

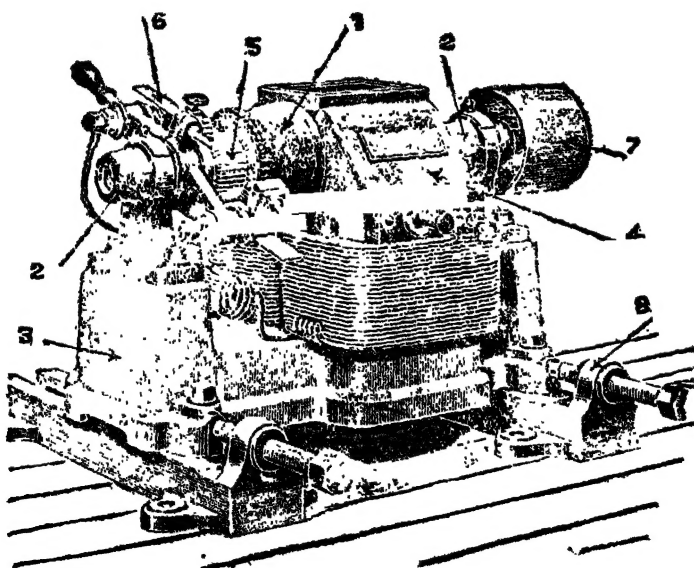




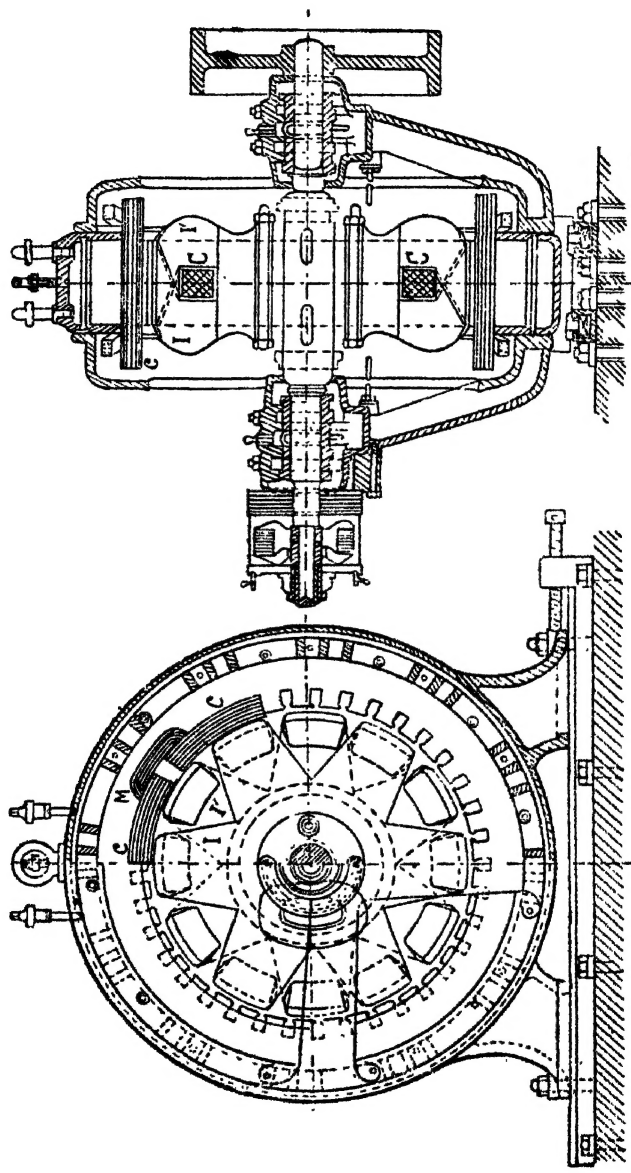




# সাঁচ বিদ্যুৎ ও তড়িৎ শিল্পিক



এই পুস্তক ছয়শতাধিক চিত্র সম্বলিত হইয়া ৫২৮ পৃষ্ঠায় সম্পূর্ণ হইয়াছে



আধুনিক অল্টারনেটিং কারেন্ট জেনারেটর

ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনীয়ারিং  
বা  
বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

প্রণেতা

শ্রীশৈলজা প্রসাদ দত্ত ; এল. এম. ই।

মেক্যানিক্যাল ইলেকট্রিক্যাল ও অটোমবাইল ইঞ্জিনীয়ার,

Rector of the Indian Automobile Institute. Engineer of  
the Advance Auto Engineering Works and

Author of Several Technical  
Publications.

&

শ্রীসুনীল কুমার মিত্র ; বি. এস-সি।

*Teacher of Science & Mathematics.*

Published by the Authors 181, Maniktala Street, Calcutta.

Printed by G. C. Bose, at the Kohinoor Printing works.

108, Amherst Street, Calcutta.

1932

(SECOND IMPRESSION).

[Price Rs. 2/14/-].

[All Rights Reserved]

## দ্বিতীয় মুদ্রাক্ষণের ভূমিকা

এই পুস্তকের প্রথম মুদ্রাক্ষণ ফ্রাইয়া যাওয়ায় পুস্তকখানি যে পাঠকবর্গের নিকট বিশেষ আদৃত হইয়াছে ইহা সুবিধা উহার দ্বিতীয় মুদ্রাক্ষণ প্রকাশিত করিলাম। সময়ানুব্যবহায়ে পুস্তকখানির কোন পরিবর্তন করা হইল না। আধুনিক বৈজ্ঞানিক কলকল্প সকলই ইহাতে বর্ণিত আছে।

স্বধীপাঠকবর্গ শ্রুতিয়া স্বধী হইবেন যে তাহাদের সহায়তায় পুস্তকের বিক্রয়াদিক্য হেতু আমরা এই পুস্তকের মূল্য ৭।০ হলে ২৫০০ করিতে রুতকাব্য হইয়াছি। ইতি—

বিনীত নিবেদক—

প্রস্তুতকার।

---

গ্রন্থকারের অপরাপর পুস্তক

## সচিত্র মোটর শিক্ষক।

( বাঙ্গালা ভাষায়—৪র্থ সংস্করণ ) ৩৮৪ পৃষ্ঠা ২২৫ চিত্র সহ।

মূল্য ২।০ টাকা, ডাক মাস্তুল স্বতন্ত্র।

ইহাতে মোটর গাড়ীর যাবতীয় জ্ঞাতব্য বিষয় সরলভাবে বর্ণিত হইয়াছে। বাঙ্গালা ভাষায় ইহাই একমাত্র পুস্তক।

---

## AINA-I-MOTOR.

ইহা উদ্ভূত ভাষায় ও অক্ষরে মুদ্রিত হইয়াছে।

২৫৬ পৃষ্ঠা ও ৩০০ চিত্র সম্বলিত।

মূল্য ১।০ টাকা, ডাকমাস্তুল স্বতন্ত্র।

ইহাতে মোটর গাড়ীর কলকল্পের বিষয় সরল ভাষায় সুন্দরভাবে বর্ণিত হইয়াছে। উদ্ভূত ভাষাভিগের পক্ষে ইহাই একমাত্র পুস্তক।

---

# ভূমিকা ।

ভারতে বিদ্যুতের ব্যবহার ও কার্যাবলী কিছু নূতন অথবা বিদ্যমানক বিষয় নহে । বিদ্যুৎ সহকীয় বিজ্ঞান চর্চা পৌরাণিক কাল হইতেই ভারতের নিকৃষ্ট ব্যাপার বলিয়াই প্রকাশ আছে । পৌরাণিক যুগে বৃত্রাসুর সংহারের নিমিত্ত দধিচী মূনির অস্থি ও চন্দ্রসার লব্ধ বুদ্ধি, বিদ্যা ও জ্ঞান লইয়া বজ্রের ব্যবহার করিতে ইন্দ্র প্রভৃতি সুরেরা শিক্ষা লাভ করিয়াছিলেন।

“এ জীর্ণ পঞ্জর অস্থি পঞ্চভূতে ছার  
না হ’য়ে অমরোদ্ধারে নিয়োজিত আজি ।”—‘হেমচন্দ্র’

রাম রাবণের যুদ্ধের সময়েও অস্ত্ররগণের মধ্যে রাবণের পুত্র মেঘনাদকে মেঘের আড়ালে থাকিয়া বিদ্যুতাজ্ঞ ও আগ্নেয়াজ্ঞ প্রভৃতি ব্যবহার করিতে শুনা যায় । তখনও তাহারা বায়ুগান ( Aeroplane ) প্রভৃতি মোটর চালাইতেন । সূর্য ও সূর্যের অধস্থানীয় রাজারা চৌদ্দ ঘোটক যুক্ত রথ অর্থাৎ ১৪ হর্ষ পাওয়ার যুক্ত মোটরের ব্যবহার করিতেন । বর্তমানকালে দেখা যায় যে ন্যূনাবিক ঐ চৌদ্দ হর্ষ-পাওয়ার মোটর গাড়ী সচরাচর সাধারণ কাষের উপযোগী । ভাবতবাসীরা চিরদিনই ইতিহাসকে অগ্রাহ্য করিয়া সমস্ত প্রকৃত তথ্য ও ঘটনাবলী রূপান্তর করিয়া কবির ভাষায় শ্রুতি মধুর করিয়া প্রকাশ করিতে প্রয়াসী ছিলেন । তাহাতেই আমাদের দেশের অনেক সত্য ঘটনা রূপান্তর হইয়া গল্পের মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে । কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ঐ সকল সত্য ঘটনা গল্পের মধ্যে নিহিত থাকিয়াও কালের গতিকে সময়ে সময়ে প্রতিভাত হইয়া আমাদের চক্ষু ফুটাইয়া দিতেছে । ভগবানের ইহাই অবিচিন্ত লীলা ও খেলা, জগতে সময়ে সময়ে আকস্মিক দুর্ঘটনায় দেশ সকল উৎসন্ন হয় এবং তজ্জন্য অতীতের ঘটনাগুলি স্মৃতিতে পর্যাবসিত হইয়া কেবলমাত্র আবছায়া হইয়া রূপ কথায় পরিণত হয় ও অজ্ঞানের সন্দেহ উৎপাদন করে ।

বিদ্যুৎ যে কি ব্যাপার তাহা বর্তমানকালে এখনও সম্যকরূপে পরিষ্কৃত হয় নাই, তবে উহার দ্বারা যে মানবের অসংখ্য কার্য সাধিত হইতে পারে এই কথা দিন যতই অগ্রসর হইতেছে ততই সম্যকরূপে পুনরায় উপলব্ধি

হইতেছে। বিদ্যাত্তমের শিক্ষার বিস্তৃতি এইজন্য বিশেষ প্রয়োজন। আমাদের দেশে দেশীয় ভাষায় দুই একখানি পুস্তক এ সম্বন্ধে ইহার পূর্বেও প্রকাশিত হইয়াছে বটে কিন্তু এই বিচার প্রভূত বিস্তারের জন্য এই পুস্তক-খানি বহুল চিত্র সম্বলিত করিয়া এবং প্রয়োজন মত যে ভাষায় অল্প আয়াসে সকল শ্রেণীর লোক যেরূপে বুঝিতে পারেন সেইরূপ শব্দ ব্যবহার করিয়া পুস্তকখানি লিখিত বিষয়গুলিকে পাঠকগণের ও শিক্ষার্থীদের সহজে হৃদয়ঙ্গম হইবে বলিয়া সর্বদা সন্মত করিবার চেষ্টা করা হইয়াছে। বিদ্যাত্তম সম্বন্ধীয় জ্ঞানের যাবতীয় আবশ্যকীয় বিষয় বর্তমান সময়োপযোগী করিয়া ইহাতে লিখিত হইল। এতদ্ব্যতীত যদি কোন বিষয় প্রয়োজনীয় বলিয়া কাহারও মনে হয় তবে গ্রন্থকারকে জানাইলে ভবিষ্যতে তাহার ব্যবস্থা করা যাইবে।

এই পুস্তকখানি প্রকাশ করিতে যে সকল সহৃদয় মহোদয় ও ব্যবসায়ীগণ সহায়তা করিয়াছেন তাঁহাদিগকে আমরা আন্তরিক কৃতজ্ঞতা জ্ঞাপন করিতেছি। তন্মধ্যে ডাক্তার শ্রীযুত একেন্দ্রনাথ ঘোষ এম-এ, এম-ডি (প্রাথমিক চিকিৎসা সাহায্য বিষয় লিখিবার নিমিত্ত), শ্রীযুত রবীন্দ্রনাথ দত্ত, এম-এ, বি-এল (বেতার বার্তাপ্রেরণ বিষয় লিখিবার নিমিত্ত), ইন্টার-ন্যাশনাল জেনারাল ইলেক্ট্রিক কোম্পানির ইঞ্জিনিয়ার শ্রীযুত মনোরঞ্জন ঘোষ ব্রহ্ম প্রভৃতি দ্বারা সাহায্য করিবার নিমিত্ত। ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউটের ড্রুং শিক্ষক শ্রীযুত মানগোবিন্দ পাল (নিজের তত্ত্বাবধানে ঐ বিদ্যালয়ের ইঞ্জিনিয়ারিং ক্লাসের ছাত্রগণ দ্বারা এই পুস্তকের শতকরা ৯৫টি চিত্র অঙ্কনের নিমিত্ত), এবং মেসার্স সিংহ কোম্পানির নাম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। দি ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউটের সেক্রেটারী শ্রীযুত আশুতোষ শীল ঐ বিদ্যালয়ের লাইব্রেরী ব্যবহারের ও পুস্তক প্রকাশের সকল বিষয় সহায়তা করায় আমরা তাহার নিকট বিশেষ ঋণী।

স্বদী পাঠকবর্গের হস্তে এই পুস্তকের গুণাগুণ বিচারের ভার অর্পিত হইল। ইতি

কলিকাতা।  
সন ১৩৩৫ সাল।

}

নিবেদক—  
শ্রীশৈলজাপ্রসাদ দত্ত  
শ্রীসুনীলকুমার মিত্র।

## সূচীপত্র ।

প্রথম পরিচয়—(১—২৩ পৃষ্ঠা) । পূর্বাভাব—বিদ্যাতের পরিচয়, শক্তি, চুষক ও চুষকত্ব, স্বাভাবিক চুষক, কৃত্রিম চুষক, চুষকের ধর্ম, চুষক বলের নিয়ম, জু-চুষকত্ব, নাবিকের দিঙ্ নির্ণয় যন্ত্র, অস্থিতিপ্রবণ সূচ চুষক ।

দ্বিতীয় পরিচয়—(২৪—৪১ পৃষ্ঠা) । ইণ্ডাক্সন বা সম্ভাবন, স্থায়ী ও ক্ষণিক চুষক ও রক্ষণ ক্ষমতা, হানিকর সম্ভাবন, মেরুখণ্ড—রক্ষক বা সংযোজক, চুষকত্বের অনুমান, বৈদ্যাতিক অনুমান, চুষক করণ পদ্ধতি, বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা চুষক করণ, চুষকত্ব নাশ, চুষককর ফল, চুষক বলরেখা ও রাজ্য, মেরুর বলরেখা সংখ্যা, কতিপয় চুষক রাজ্যের চিত্র ।

তৃতীয় পরিচয়—(৪২—৫২ পৃষ্ঠা) । সম্ভাবন দ্বারা লৌহের সন্নিহিত স্থানে বিপরীত মেরু সৃজন, চুষকীভবন প্রার্থ্যা, রাজ্য তেজ, চুষক করণ বল ও চুষকীভবন, প্রেরণ ক্ষমতা ও ধারণ সামর্থ্য, চুষকী ভবন রেখা, প্রেরণ ক্ষমতার পরিবর্তন, চুষককরণ চক্র, পশ্চাত্তবন রেখা, চুষক নাশ, চুষক টান ।

চতুর্থ পরিচয়—( ৫৩—৬৩ পৃষ্ঠা) । বিদ্যুৎ বা ইলেক্ট্রিসিটি, স্থানীয় বা বর্ধণজাত, বিদ্যুৎ করণ, পরিচালক, অপরিচালক, অর্ধচালক, আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বলের নিয়ম, পোটেন্সিয়াল, গোল্ডলীফ ইলেক্ট্রোস্ট্যাট ।

পঞ্চম পরিচয়—( ৬৩—৭৭ পৃষ্ঠা) । সম্ভাবন বা ইণ্ডাক্সন, মধ্যগের সম্ভাবনী ক্ষমতা, সম্ভাবন আকর্ষণের মূল, ধারণ ক্ষমতা, সঙ্কোচক বা কণ্ডেন্সার, বস্তুগত সম্ভাবনী ক্ষমতা, বৈদ্যাতিক অবরোধ ।

ষষ্ঠ পরিচয়—(৭৮—৯৪ পৃষ্ঠা) । বহুমান বিদ্যুৎ, সেল—পরমাণু—ই, এম, এফ,—রকম,—পরিচালক,—উত্তেজক, ডিপোলারাইজার, সেলের অনুমান, পোলারিজেসন, লোক্যাল এ্যাকসান ।

সপ্তম পরিচয়—( ৯৫—১০৮ পৃষ্ঠা) । বাণ বা রেজিষ্ট্যান্স—নিয়ম, বস্তুগত বাধার তালিকা, বাধার উপর তাপের ফল, মিশ্র ধাতু, সারকুলার মিল, ভারের গেজের তালিকা, ভারের গেজ ।

অষ্টম পরিচয়—( ১০৯—১১৯ পৃষ্ঠা) । বিদ্যুচ্চালক বল বা ই. এম, ইফ—পি, ডি, প্রবাহ, বাধার সংযোজন—সমান্তরাল, সারি, মিশ্র, সূচক সংযোগ ।

নবম পরিচয়—( ১২০—১৩৫ পৃষ্ঠা) । প্রবাহের ফল—তাপ—রাসায়নিক, জলের ইলেক্ট্রোলিসিস, পরিমাণ সম্পর্কীয় নিয়ম, বিদ্যুৎ-রাসায়নিক-সমবদলী, ইলেক্ট্রোম্যাট্রিং, ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক্স ।

দশম পরিচয়—(১৩৬—১৫২ পৃষ্ঠা) । প্রবাহের ফল,—চুষক—চুষকরাজ্য, ভাসমান ব্যাটারি, বৈদ্যাতিক চুষক, আম্পিয়ারের চুষকত্বের অনুমান, প্রবাহের উপর



প্রবাহের বা চুষকের ফল, কম্পনশীল কয়েল, বাম হস্ত নিয়ম, বালোর চক্র, ভাসমান ব্যাটারি।

একাদশ পরিচয়—( ১৫৩—১৬৬ পৃষ্ঠা )। সম্ভাবিত প্রবাহ, দক্ষিণ হস্ত নিয়ম, ফাঁদের মধ্যে সম্ভাবন, চুষক দ্বারা সম্ভাবন, প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা সম্ভাবন, স্থায়ী সম্ভাবন, লেন্জেস-ল, এরাগোর চাক্তি, স্থায়ী সম্ভাবন হীন কয়েল, ভূ-চুষক দ্বারা সম্ভাবন।

দ্বাদশ পরিচয়—( ১৬৭—১৭৮ পৃষ্ঠা )। ইণ্ডাক্সান কয়েল—ভাইব্রেটিং, আইমারী কয়েল ও লৌহখণ্ড, সেকেন্ডারী কয়েল, নন-ভাইব্রেটিং কয়েল, পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার, ম্যাগনেটো—রোটারী পোল, পোলার ইণ্ডাক্টর, স্প্লিট ইণ্ডাক্টর।

ত্রয়োদশ পরিচয়—( ১৭৯—১৯৬ পৃষ্ঠা )। উৎপাদক বা ডায়নামো, আদিম কার্যাবলী, রাজ্য চুষক, রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্বন্ধ, ভোল্টেজ পতন—আভ্যন্তরিক বাধায়—আমেচারের প্রতিক্রিয়া, সিরিজ সার্কট ও কম্পাউণ্ড ডায়নামো, ওভার কম্পাউণ্ডিং।

চতুর্দশ পরিচয়—( ১৯৭—২১৫ পৃষ্ঠা )। রাজ্য চুষকের বিশেষ বিবরণ, চুষকের মেরু সংখ্যা, চুষকের মেরুখণ্ড, এডি-ক্যুরেন্ট—মেরুখণ্ড ও বাহর ল্যামিনেশান, ল্যামিনেটেড বাহুর অস্থিবিধা, রাজ্য কয়েল, আমেচার।

পঞ্চদশ পরিচয়—( ২১৬—২৩৩ পৃষ্ঠা )। আমেচারে তার জড়াইবার পদ্ধতি, সংযোজনের পিচ, ল্যাপ ও ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং, ড্রাম-আমেচার, আমেচার কয়েলের তার, ব্রাস, কনিউক্টর।

ষোড়শ পরিচয়—( ২৩৪—২৫২ পৃষ্ঠা )। অগ্রতা ও অগ্রিশুল্লিঙ্গরদ, ডায়নামোর ই, এম, এক্‌ হিসাব, বহুমেরু যন্ত্র, ডায়নামোর পারকতার তলিকা, ডায়নামোর রোগ, ডায়নামোর মধ্যে সার্কট, ডায়নামো আমেচারের ঘূর্ণন গতি পরিবর্তন পদ্ধতি, রোজেনবার্গ ডায়নামো, একভাব ভোল্টেজ ও অটোম্যাটিক সার্কট রেগুলেটর।

সপ্তদশ পরিচয়—( ২৫৩—২৬৮ পৃষ্ঠা )। বৈদ্যুতিক গতি বা মোটর, বাক ই, এম, এক্‌, মোটর কর্তৃক সাধিত কার্যের পরিমাণ ও পারকতা, রকমারী মোটর, সার্কটমোটর—গতির হ্রাস বৃদ্ধি, স্টার্টার রেগুলেটর, নো-ভোল্ট কন্ট্রোলার ও ওভার-লোড রিলীজ।

অষ্টাদশ পরিচয়—( ২৬৯—২৮৮ পৃষ্ঠা )। সিরিজ ও সার্কট মোটরের তুলনা, মোটর আমেচারের প্রতিক্রিয়া, অগ্রিশুল্লিঙ্গ রদের নিমিত্ত ব্রাসের পশ্চাত্ত্বন, মোটরের গতির দ্রুত পরিবর্তন, রিভার্সিং এপারেটাস, ব্যাটারি চার্জিং মাইক, স্টার্টার ও সার্কট রেগুলেটরে অগ্রিশুল্লিঙ্গ রদ, রকমারী, বৈদ্যুতিক ব্রেক, একাধিক ডায়নামোর একত্রে কাব্য, অন্তর্শীলনী।

উনবিংশ পরিচয়—( ২৮৯—৩১৩ পৃষ্ঠা )। সেকেন্ডারী বা স্টোরের সেল সেকেন্ডারী সেলের প্রণালী, পোষ্টেড পাতের রাসায়নিক ক্রিয়া, গ্রাকুমুলেটর সংক্রান্ত জ্ঞাতব্য বিষয়, হাইড্রোমিটার, ব্যাটারির ক্ষমতা, অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা ব্যাটারি

চাঞ্জিং, ট্রান্সফর্মার, ব্যাটারি চার্জ করিবার পদ্ধতি, যিভার্সিবল্ স্কেইচ, যিনিমাম কাট্ আউট, ম্যাক্সিমাম্ কাট্ আউট।

বিংশ পরিচয়—( ৩১৪-৩৩৬ পৃষ্ঠা )। পরীক্ষক যন্ত্র—গ্যালভানোস্কোপ, গ্যালভানোমিটার—ট্যানজেন্ট,—সাইন—সাধারণ,—কেলুভিনের মিরার—কেলভিনের অধিক বাধা বিশিষ্ট, এষ্টাটিক—মুভিং বা ঘূর্ণনশীল কয়েল—বলিষ্টিক, নাল্ প্রণালী, পোষ্ট অফিস বাক্স প্রণালী, গুরুবাধা পরিমাপ ( ল্যাবরেটরী প্রণালী, লঘুবাধা পরিমাপ, এভারেসেডের মেগার, এভারেসেডের ডাক্টার, পোটেন্সিও মিটার, পোটেন্সিও মিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ, প্রবাহ পরিমাপ।

একবিংশ পরিচয়—( ৩৩৭-৩৪৭ পৃষ্ঠা )। সওদাগরি পরিমাপক যন্ত্রাদি—আমমিটার, ভোল্ট মিটার, লিপিবদ্ধকারী আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ওয়াটমিটার; লিপিবদ্ধকারী ওয়াটমিটার; বিভ্রাম্যাপক, ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইন্ডিকেটর, লৌহ ঘূর্ণনশীল আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ডায়নামোমিটার টাইপ আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ওয়াট-মিটার, পরিমাণ বা শক্তিমাপক, ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইন্ডিকেটর।

দ্বাবিংশ পরিচয়—( ৩৪৮-৩৬২ পৃষ্ঠা )। ইলেক্ট্রিক বেল,—কন্টিনিউয়াস রিংজিং, পোলারাইজড বা মাগনেটো বেল, রীলে, ফায়ার এলাম বা থার্মোস্ট্যাট, ফায়ার ইন্ডিকেটর; বেলবিংজিং ট্রান্সফর্মার, টেলিগ্রাফ, সিঙ্গল নীডল, মস প্রণালী, মস প্রিণ্টার, ডব্লেক্স টেলিগ্রাফ, ব্রিজ সিস্টেম, ডিকারেসাল প্রণালী টেলিগ্রাফের তার, টেলিগ্রাফ লাইনের দোষ, টেলিফোন, মাইক্রোফোন, টেলিফোনে ইন্ডাকসান কয়েলের কার্য, ডাকিবার প্রণালী; সেণ্টাল কারেন্ট সিস্টেম, অনুশীলনী।

ত্রয়োবিংশ পরিচয়—( ৩৬৩-৩৭৫ পৃষ্ঠা )। তার খাটান, ক্রিট দ্বারা তার খাটান, রাওয়াল প্লাগ, ফিউজ, তার, তারের লাইন বিস্তার, সিলিং রোজ, স্কেইচ, প্লাগ, ফ্লেক্সেবল তার।

চতুর্বিংশ পরিচয়—( ৩৭৬-৪০৮ পৃষ্ঠা )। বাতির বিশেষ ফিটিংস বা উপকরণ; আলোকরূপে বিভ্রাম্য শক্তিকে ব্যবহার; বিভিন্ন ফিটিংস, ক্লাসার; ল্যাম্প বিষয়ক জ্ঞাতব্য তালিকা, আর্ক ল্যাম্প, মারকারী ভেপার ল্যাম্প, বিভ্রাম্য প্রস্তুত উপকরণ, কেবল খাটান, তারের সংযোজনা, বিভিন্ন স্কেইচ, ফিউজ; গয়েটের তার খাটান, বিভিন্ন সংযোজনা, অয়ারিংএর দোষ নির্ধারণ ও সংস্কার, লাইন পরীক্ষা, ইনসুলেসান পরীক্ষা, মেগার ব্যবহার পদ্ধতি।

পঞ্চবিংশ পরিচয়—( ৪০৯-৪২৬ পৃষ্ঠা )। ক্ষমতা উৎপাদক, বিভিন্ন অবলম্বন দ্বারা, সওদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ, দুই তার প্রণালী, ফীডারে ভোল্টেজ পতন, তিন তার প্রণালী, ট্রোরেজ ব্যাটারি প্রণালী, ডবল ডায়নামো প্রণালী তিন ব্রাসযুক্ত ডায়নামো প্রণালী, ডোব্রোলক্ষি তিন তার প্রণালী, অকজিলিয়ারী ডায়নামো প্রণালী, কম্পেনসেটর প্রণালী, ডায়নামো-মোটর প্রণালী, মোটর-ডায়নামো-প্রণালী, ব্যালাল কয়েল প্রণালী, বুটার।

**ষড়বিংশ পরিচয়—**(৪২৭—৪৬৪ ; পৃষ্ঠা) । অল্টারনেটিং কারেন্টস্, অল্টারনেটিং কারেন্টের সম্ভাবন গুণ, ট্রান্সফর্মার, ফেজ ডিকারেন্স, চোকাং কয়েল, অণ্টার্গেটিং কারেন্টের প্রবাহ বেগ ও ভোল্টেজ পরিমাপ, ওয়াটমিটার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর, অণ্টারনেটার, দুইটি অণ্টারনেটার প্যারালল সংযোগ ও সিক্রনাইজার, অণ্টারনেটিং কারেন্ট মোটর, মোটর-জেনারেটর ও কনভার্টার, রোটারী কনভার্টার, কমিউটোয়ার মোটর, ইণ্ডাক্সনমোটর,—দুই ফেজ, তিন ফেজ কারেন্ট ও মোটর, বহু ফেজ কারেন্ট সরবরাহ ।

**সপ্তবিংশ পরিচয়—**(৪৬৫—৪৮৩ পৃষ্ঠা) । ইউনিট বা মান স্বরূপ এক এবং পরিমাপ, স্বতঃসিদ্ধ ইউনিট, দৈর্ঘ্য তাহার তালিকা, ওজন তাহার তালিকা, সময় মাপিবার প্রণালী, স্থান মাপিবার ‘একক’, আয়তন মাপের ‘একক’, ধারাস্তকরণ তালিকা, বস্তুর অবস্থা-স্থিতি ও চলন, বেগ, গতি, গতিপরিবর্তন, ধাক্কা, বল, কাজ ক্ষমতা, শক্তি, কল, কলের পারকতা, ওজন, মাধ্যাকর্ষণ, গাঢ়তা, বিভিন্ন দ্রব্যের ঘনতা, আক্ষেপিক গুরুত্ব, চাপ, চাপমান, বায়ু চাপমান, বর্ষণ, কোএফিসিয়েন্ট অক্সিফিকসান, পিচ্ছিল পদার্থ, তাপ ও তপ্ততা, তপ্ততামান, তপ্ততা মাপের পদ্ধতি, তাপের একক, আপেক্ষিক তাপ, তাপধারণ ক্ষমতা, উত্তাপের উৎপত্তি স্থান, তাপের ফল, বিক্ষারণ হারের তালিকা, ধাতুদিগের বিগলিত হারের উত্তাপাবস্থা, বয়েলিং পয়েন্ট, অবস্থা পরিবর্তনে আয়তন পরিবর্তন, অদৃশ্য তাপ, বায়বীয় পদার্থের বিক্ষারণ, বয়েলস্ ‘ল’, চার্লস্ ‘ল,’ এ্যাবসোলিউট, জিরো, চাপ পরিবর্তন হার, সমতপ্তাবস্থা সমতাপাবস্থা, তাপবল বিজ্ঞান, বিক্ষারণে বায়বীয়ের কার্যসাধন, তাপের যাতায়াত বিধি, ক্রমগমন, প্রবাহন; প্রসারণ, ক্লাস পয়েন্ট, জ্বালানী দ্রব্যের বা ইন্ধনের উত্তাপ পরিমাণ, ইন্ধনের উত্তাপ শক্তির তালিকা ।

**অষ্টবিংশ পরিচয়—**(৪৮৪—৪৯৬ পৃষ্ঠা) । হর্ষ পাওয়ার হিসাবে ইন্ধনের পরিমাণ, প্রয়োজনীয় অঙ্ক কষিবার নির্দিষ্ট প্রণালী, ইঞ্জিনের ব্রেক হর্ষ পাওয়ার পরীক্ষা, বিভিন্ন উপায়ে হর্ষ পাওয়ার নির্দেশ, হুইটওয়ার্থ প্যাচের তালিকা, মেনহেরসান ফরমুলা, স্মিথসোনিয়ান টেবল হইতে উদ্ধৃত কতিপয় ‘এককের’ পরিচয় ।

**উনত্রিংশ পরিচয়—**(৪৯৭—৫০৪ পৃষ্ঠা) । বেতার ও বেতার বার্তা ।  
 ক্রীষ্টাল—সিঙ্গল ভালভ—টু ভালভ—থ্রি ভালভ সেট ।

নির্ঘণ্ট—(৫০৪—৫১২ পৃষ্ঠা) ।

প্রাথমিক সাহায্য—(৫১৩—৫২০ পৃষ্ঠা) ।

ইলেক্ট্রিক ইঞ্জিনিয়ারিং সিলাবাস ও সাংকেতিক বৈদ্যুতিক চিহ্ন—(৫২০—৫৩০ পৃষ্ঠা) ।

## আহত ব্যক্তির প্রাথমিক ( চিকিৎসা ) সাহায্য ।

যদিও বৈদ্যাতিক যন্ত্রাদি চালাইতে হইলে কোন বিপদজনক কর্ম করিতে হয় না। তথাপি মোটর, ডায়নামো বা উহার চালক ইঞ্জিন প্রভৃতি চালাইবার সময় নানা প্রকার দুর্ঘটনা ঘটিয়া থাকে। সেই জন্ত ঐরূপ দুর্ঘটনার সাময়িক চিকিৎসা সম্বন্ধীয় সাহায্য বিশেষ আবশ্যকীয় এবং সে সম্বন্ধে কিছু জ্ঞান প্রয়োজন। সাময়িক চিকিৎসা দ্বারা অনেক সময় বহু বিপদ হইতে রক্ষা পাওয়া যায়। এইজন্ত যাহারা বৈদ্যাতিক যন্ত্রাদি বা ঐ সম্পর্কীয় যন্ত্রাদি ব্যবহার করেন তাঁহাদের জন্ত নিম্নলিখিত বিষয়টি লিখিত হইল।

**আকস্মিক অবসাদ (Shock) :—** কোন আঘাত বা মানসিক দুর্বলতা বা নিস্তেজে দেহ অবসন্ন হইয়া পড়িলে তাহাকে অবসাদ বলা হয়। ইহাতে দেহের তাপ কমিয়া গিয়া হাত পা ঠাণ্ডা হইয়া যায়; নাড়ী দ্রুত ও দুর্বল হইয়া স্নাতার স্থায় বহিতে থাকে, স্পন্দনগুলি ঠিক নিয়মিত ভাবে পড়ে না। সমস্ত দেহে বিন্দু বিন্দু ঘাম দেখা দেয়; নিশ্বাস প্রশ্বাস অসমান ভাবে বহিতে থাকে, জ্ঞান থাকিলেও জড়তায় আচ্ছন্ন থাকে, এবং প্রায় নিজ্জীব হইয়া পড়ে। এই অবস্থায় লক্ষ্য করা আবশ্যক যে দেহের ভিতর কোনও রক্তস্রাব হইতেছে কিনা এবং সেইজন্ত কোন চিকিৎসককে দেখান কর্তব্য।

এই অবস্থায় রোগীর মাথা নীচু করিয়া রাখিবে। তাহাকে গরম কাপড়ে (যেমন কম্বল) জড়াইয়া রাখিবে। কাপড় গরম করিয়া হাত ও পায়ে সেক দিবে (হারিকেন বা লঠনের মাধ্যমে বেশ ছোট ছোট কম্বলের টুকরা গরম করা যায়)। কড়া রূপে তৈয়ার করিয়া কফি গরম গরম খাওয়াইবে। ২০।৩০ মিনিট অন্তর ২০।৩০ ফোঁটা করিয়া "স্পিরিট্ এমন্ এরোমাট্" ( Spirit Ammon Aromat ) খাওয়াইবে, যদি কোন রক্তস্রাব না হয় (দেহের ভিতরের রক্তস্রাব বাহির হইতে দেখা যায় না, রোগীর নাড়ী ও অন্ত্রাদি দেহের লক্ষণ দেখিয়া বুঝিতে পারা যায়) তাহা হইলে চায়ের চামচের এক চামচ বা কিছু অধিক ব্রান্ডি ( Brandy ) দেওয়া যাইতে পারে, তবে ব্রান্ডি না দেওয়াই ভাল। স্মেলিং সল্টের (Smelling Salt) ভ্রাণে বেশ ফল হয়। 'অক্সিজেন' (oxygen) বায়ুর নিশ্বাস গ্রহণ প্রয়োজন হইতে পারে। যদি নিশ্বাস প্রশ্বাস অতি ধীরে ধীরে বহিতে থাকে অথবা একেবারে বন্ধ হইয়া যায় তাহা হইলে কৃত্রিম নিশ্বাস প্রশ্বাস লওয়াইবার ব্যবস্থা করা আবশ্যক। ইতি মধ্যে চিকিৎসককে খবর দেওয়াও দরকার।

**অস্থিভগ্ন ( Fracture ) :—** দেহের যে কোন অস্থি ভাঙিয়া যাইতে পারে। অস্থি ভগ্নের প্রধান লক্ষণ যে অঙ্গটির সচলতা সাধারণ ভাবে অপেক্ষা অনেক বেশী হইয়াছে (ইহা অস্থি পার্শ্বের অঙ্গের সহিত তুলনায় বেশ বুঝিতে পারা যায়) এবং তৎসঙ্গে খুব যন্ত্রনা হয় (আবার কোন কোন সময় যন্ত্রনা থাকে না); ঐ অস্থিখানা নাড়িলে কড় কড় শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। অস্থিভগ্ন সন্দেহ হইলেও তাহাকে অস্থিভগ্ন ধরিয়া চিকিৎসা করা আবশ্যক। কারণ যদি অস্থিভগ্নের নিয়মমত চিকিৎসা না হয়, লোকটি অঙ্গের মত বিকলাঙ্গ এবং অকর্মণ্য হইয়া যাইতে পারে। আহত অঙ্গটিকে অতি

ধীরে ও সতর্কতার সহিত নড়াইতে হইবে, এবং লোকটিকে কোনরূপে নড়িতে দিবে না। চিকিৎসক ডাকাইয়া তাহার শ্রবণোবস্তু করা দরকার। নিকটে চিকিৎসক পাইবার সম্ভাবনা না থাকিলে অঙ্গটা স্বাভাবিকভাবে রাখিয়া ২৩ থানা 'বার' (অভাবে বাঁধার) বা এরূপ কাঠের টুকরা দিয়া বাঁধিয়া আহত ব্যক্তিকে স্থানান্তরিত করিবে। ভিন্ন ভিন্ন অস্থিভগ্নের চিকিৎসার জন্য ভিন্ন প্রকারের কাঠফলক (বার) ব্যবহৃত হয়। মচরাচর ইঞ্জিন ষ্টাট করিবার (ইঞ্জিনে কোন কোন সময় ইঞ্জিনানের অগ্রতা হইলে) বিপরীত দিকে ঘুরিয়া যাওয়ায় ষ্টাটকারির হস্তের কাজেতে গুরুতর আঘাত লাগিতে পারে (এইরূপ ইঞ্জিনের বিপরীত স্পর্শন গতিকে চলিত ভাষায় "বাক দেওয়া" বলে)। অস্থি ভাঙ্গিয়া গেলে উহাকে বার দ্বারা বাঁধা আবশ্যক। নিকটে চিকিৎসক না থাকিলে হস্তের পশ্চাতে ও সম্মুখে দুইখানি বার বা কাঠের টুকরা দিয়া হস্তটি একটু টানিয়া সমান করিয়া বাঁধিয়া দেওয়া আবশ্যক। পরে ভাল করিয়া কাঠ ফলক দিয়া বাঁধিয়া দিবে।

সন্ধি ভগ্ন বা সন্ধিস্থলে অস্থির স্থানচ্যুতি (Dislocation) :— ইহার প্রধান লক্ষণ যে স্বাভাবিক মচলতার হ্রাস হইয়া যায় ও তাহার উপর যন্ত্রণা; সন্ধি ফুলিয়া উঠায় অঙ্গের স্বাভাবিক অবস্থা (অঙ্গদিকের সহিত তুলনার) থাকে না, অঙ্গ অঙ্গের সহিত তুলনায় নাপের পরিবর্তন হয়! চিকিৎসক ব্যতীত অপর কাহারও অস্থিভগ্নের চিকিৎসা করা উচিত নহে, কারণ এই কার্য তত সহজ নহে।

সন্ধির মোচড় (Tortion) :—কোন সন্ধি পাকাইয়া বা মচকাইয়া যাইতে পারে। সন্ধির চারিদিকে যে স্থতার মতন বন্ধনী থাকে, তাহাদের কতকগুলি ছিড়িয়া যাইতেও পারে। এমন কি চারিদিকের পেশী বা পেশীরস্ত্র আহত হইতে পারে। মোটর ষ্টাটে ইঞ্জিন পশ্চাদিকে চালিত হইয়া সন্ধি মচকাইয়া যাইতে পারে। কোন অঙ্গ মচকাইয়া যাইতে পারে। কোন অঙ্গ মচকাইয়া গেলে তাহাকে একবারে নিশ্চল করিয়া রাখা প্রয়োজন। কাঠ ফলক দিয়া অথবা ব্যাণ্ডেজ দিয়া তাহাকে বাঁধিয়া রাখিতে হইবে। বরফ জল অথবা ঠাণ্ডা জলের পটি অথবা গরম জলের সেক দিবে। সঙ্গে সঙ্গে স্পিরিটে কাপড় ভিজাইয়া তাহা ঐ স্থানের চারিদিকে জড়াইয়া রাখিলে বেশ উপকার হয়। ইহাও কোন পেশীর প্রবল চালনা দ্বারা পেশী বা রজ্জু আহত হইতে পারে, এমন কি একেবারে ছিড়িয়া যাইতেও পারে। ইহাতে অতিশয় যন্ত্রনা হয়, অঙ্গটা নিশ্চল ভাবে ব্যাণ্ডেজ করিয়া রাখা আবশ্যক, পরে উপযুক্ত চিকিৎসা প্রয়োজন।

দাহ (Burn and scald) :—কোনরূপ উত্তাপে অথবা অতিরিক্ত উত্তপ্ত জলের দ্বারা দেহ পুড়িয়া যাইতে পারে। দাহর পরিমাণ অনুসারে তাহার লক্ষণ সমূহ দেখা দেয়। দাহ ৩৪ প্রকারের। প্রথম প্রকারের দাহতে চর্ম লাল হয়, এবং কিছু পরে ফোঁসা পড়ে, ইহাতে অতিশয় জ্বালা হয়। দ্বিতীয় প্রকার দাহতে চর্ম এবং ইহার নিম্নস্থ মাংস নষ্ট হয়। দেহের অনেকটা স্থল পুড়িয়া গেলে অথবা মাংস পুড়িয়া নষ্ট হইয়া গেলে প্রাণের বিশেষ আশঙ্কা থাকে। অল্পস্থান পুড়িয়া গেলে, এবং যদি তাহা প্রথম প্রকারের দাহ হয়, সেক্ষেত্রে স্পিরিটে ডুবাইয়া রাখিলে অথবা স্পিরিটে

ভিজান পটি দিয়া বাঁধিয়া রাখিলে জ্বালা কমিয়া যায় এবং ফোপা ও গড়িতে পারে। বেশী স্থান পুড়িয়া গেলে নারিকেল তৈল এবং চূনের জলে মিশাইয়া তাহাতে কাপড় ভিজাইয়া দক্ষ স্থানের চারিদিকে জড়াইয়া দিবে। বাকী চিকিৎসা চিকিৎসকের দ্বারাই করান ভাল। পুড়িয়া যাইবামাত্র সোডি-বাইক্যাব (Sodi bicarb.) জলে গুলিয়া দক্ষস্থানে লাগাইয়া দিলে সঙ্গে সঙ্গে জ্বালা কমিয়া যায়।

ক্ষত(wound) :—মোটরের কাজ করিতে প্রায় হস্ত ও পদে আঁচড় লাগিতে পারে অথবা কাটিয়া যাইতে পারে। এস্থলে যা একটু পরিষ্কার করিয়া তাহাতে ‘টিন্চ বেনজোইন কোঃ’ (Tinch Benjoin Compound) কাপড়ের জ্বায় বিজান তুলা ভিজাইয়া তাহা ক্ষত স্থানের উপর লাগাইয়া দিবে। ‘হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড’ (Hydrogen peroxide) দিয়া বা আগে ধুইয়া লইলে আরও ভাল হয়। অধিক পরিমাণে ক্ষত হইলে ক্ষত স্থান ভাল করিয়া ধুইয়া ফেলিয়া ‘বোরিক তুলা’ গরম জলে ভিজাইয়া এবং নিংড়াইয়া ফেলিয়া উহার দ্বারা ক্ষত স্থান বাঁধিয়া দিবে। পরে ঐ যা ধোয়া কোন চিকিৎসকের তত্ত্বাবধানে করাই ভাল। রাস্তায় ক্ষত হইলে “এ্যান্টি টেটানিক সিরাম ইন্জেকশন” (Anti-tetanic Serum Injection) দেওয়া উচিত।

কৃত্রিম উপায়ে নিশ্বাস প্রশ্বাস কারণ (Artificial respiration) :—  
 হঠাৎ তাড়িত প্রবাহ দেহের ভিতর দিয়া গমন করিলে অথবা জলে ডুবিয়া গেলে শ্বাস বন্ধ হইয়া যাইতে পারে। এস্থলে ঐ ব্যক্তিকে কৃত্রিম উপায়ে শ্বাস প্রশ্বাস করান আবশ্যক। জলে ডুবিয়া গেলে একটি পিপার উপর গড়াইয়া নাক মুখ হইতে জল বাহির করিয়া দেওয়া উচিত, তৎপরে কাঁকা ভায়গায় ঢেঁইয়া গিয়া শ্বাস প্রশ্বাস করাইবে। মুখের ভিতর যদি কিছু থাকে (বেমন পান বা ব্রাত্মন দস্ত) তাহা বাহির করিয়া ফেলা উচিত। রোগীকে উপড় করিয়া শোয়াইয়া মুখ একদিকে ফিরাইয়া দিতে হইবে; হাত দুইটি লম্বা করিয়া সম্মুখের দিকে বাড়াইয়া দিবে ও একজন ভাষাটি টানিয়া ধরিবে। এক্ষণে রোগীর উরুদেশের দুই পার্শ্বে দুই হাঁটু রাখিয়া তাহার উপর উবু হইয়া বসিবে এবং অঙ্গুলিগুলি নিম্নস্থ পাজরার উপর বিছাইয়া রাখিবে। বাহুদ্বয় সিধা রাখিয়া ও অঙ্গুলি গুলি সম্মুখের দিকে দিয়া ধীরে ধীরে হাঁটুর উপর ভর দিয়া উঠিয়া সমুদয় দেহেব ভার রোগীর উপর দিবে এবং ২১৩ সেকেন্ড এইরূপ করিয়া পুনরায় ভার ছাড়িয়া দিয়া পূর্বের মতন বসিবে। মিনিটে ১২১৫ বার এইরূপ করিতে থাকিবে। যতক্ষণ না আপনি নিশ্বাস প্রশ্বাস বহিতে থাকে ততক্ষণ এইরূপ করিতে হইবে। অনেক সময় ২১৩ ঘণ্টা কৃত্রিম নিশ্বাস প্রশ্বাস করান’র পর আপনি শ্বাস বহিতে থাকে, তাহার পর হস্ত ও পদ রগড়াই গরম করিতে হইবে, সর্বদা হৃদয়ের দিকে হস্ত ও পদ ঘসিতে থাকিবে। জ্ঞান হইলে কাফ ও চা খাইতে দিবে অথবা “স্পিরিট এমন্ এরোম্যাট (Spirit Amon Aromat) চায়ের চামচের অর্দ্ধ চামচ একটু জলে মিশাইয়া খাওয়াইয়া দিবে। ইতি মধ্যে একজন হৃদক্ষ চিকিৎসককে সংবাদ দেওয়া প্রয়োজন। বৈদ্যাতিক কারখানায় এই সকল দ্রব্যগুলি রাখা কর্তব্য—টিন্চর অফ আইওডিন (Tinch Iodine) টিন্চর বেনজোইন কোঃ (Tinch Benzoin compound) কার্বলিক এ্যাসিড (Carbolic

Acid) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (Hydrogen Per oxide) হাইড্রার্জ বিন আইও  
 ডাইড (Hydrarg Bin iodide Tabloid) বোরিক তুলা (Boric cotton)  
 গজ (Guage) ব্যাণ্ডেজ কাপড় (Bandage cloth) তিন ইঞ্চি চওড়া  
 টুইঞ্চি পুরু এবং এক ফুট লম্বা ৫০ খানি কাঠের বার বা পাটি। একটি মেঝার গ্লাস  
 (মাশক পাত্র একটি এক আউন্স গ্লাস।

বলকারক ঔষধ হিসাবে—

স্পিরিট এমন্ এরোম্যাট ২ আউন্স, ভাইনাম গ্যালিসাই ২ আউন্স

## দি ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনষ্টিটিউট।

৭৫, ৭৬ নং বেণ্টিঙ্ক স্ট্রীট, কলিকাতা।

এই স্থানে ছাত্রদিগের মোটরগাড়ী সম্বন্ধে শিক্ষা দিবার  
 জন্য সুবন্দোবস্ত করা হইয়াছে। যাহারা মোটর গাড়ীর  
 কল কজা ভালরূপ শিক্ষা করিয়া গাড়ীর রক্ষণাবেক্ষণ ও  
 পরিচালনা করিতে ইচ্ছা করেন এই স্থান তাঁহাদিগের জন্য  
 বিশেষ উপযোগী। মিঃ এন্স, পি, দত্ত, এল, এম, ই মহাশয়  
 স্বয়ং ছাত্রদিগের শিক্ষার তত্ত্বাবধান করেন। এই ইনষ্টিটিউটে  
 মেকানিক্যাল ও ইলেক্ট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিংও শিক্ষা দেওয়া  
 হয়। বিশেষ বিবরণের জন্য সেক্রেটারীর নিকট/০ এক  
 আনার ডাক টিকিট সহ আবেদন করুন।

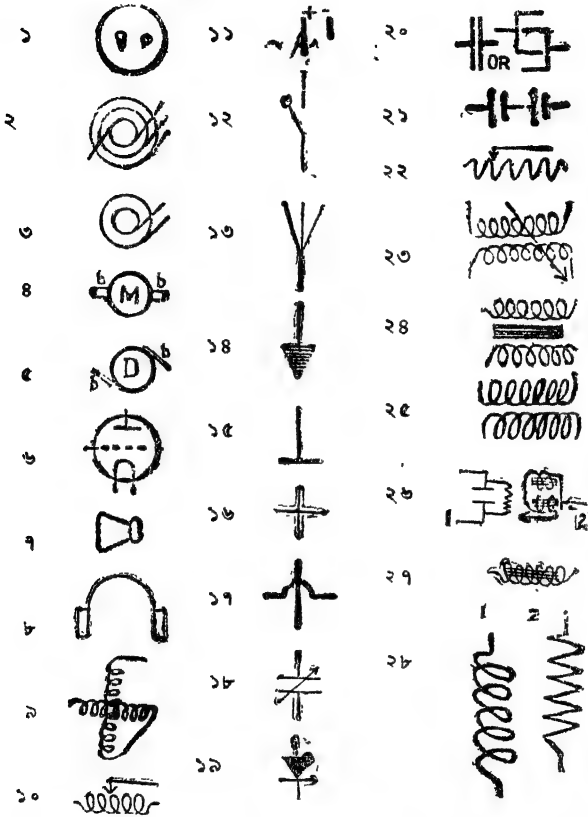
## ইলেকট্রিক ইঞ্জিনিয়ারিং সিলাবাস ।

ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষা করিতে হইলে শিক্ষার্থীর নিম্নলিখিত সিলাবাস মত জ্ঞানার্জন করা প্রয়োজন । দি ইঞ্জিনিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউটের ছাত্রদিগকে এই মত শিক্ষা দেওয়া হয় ।

- ১। বিদ্যুৎ সম্বন্ধীয় প্রাথমিক জ্ঞান ।
- ২। চুম্বক সম্বন্ধীয় প্রাথমিক জ্ঞান ।
- ৩। চুম্বক ও বিদ্যুতের সম্বন্ধ ।
- ৪। বৈদ্যুতিক বিষয়ক কল কক্স প্রস্তুত ও তাহাদের চিত্র অঙ্কন ।
- ৫। বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি প্রস্তুতের সামগ্রী সকল ও ব্যবহার ।
- ৬। প্রাথমিক গতি প্রদায়ক গতিদ (মোটর)এর অঙ্কমান ও ব্যবহার ।
- ৭। বৈদ্যুতিক ইউনিট ও হিসাব সমূহের জ্ঞান ।
- ৮। কলকক্স সমূহের হিসাব সংক্রান্ত অঙ্ক শাস্ত্র ।
- ৯। পরিমাপক যন্ত্রাদির অঙ্কন, ব্যবহার ও হিসাব
- ১০। চলনশীল কলকক্সের অংশ সকলের ব্যবহার ও যন্ত্র ।
- ১১। বৈদ্যুতিক যন্ত্র সকলের রোগ বিচার ও চিকিৎসা ।
- ১২। আবশ্যিকায়নীয় কলকক্স বসাইবার হিসাব করিবার জ্ঞান ।
- ১৩। কারখানার কলকক্স প্রস্তুত ও মেরামতের জ্ঞান ।
- ১৪। ব্যাটারি ও তাহাদের ব্যবহার ও যন্ত্র ।
- ১৫। বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহের উপাদান বিষয়ক জ্ঞান ।
- ১৬। গৃহে বা ঐরূপ কোন স্থানে তার খাটান ও খরচ হিসাব ।
- ১৭। বিদ্যুৎ সংক্রান্ত আইন ।



# କତିମସ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ବେତାର ସାଙ୍କେତିକ ଚିହ୍ନ



୧ ପରେଟ । ୨ କନଟାଟାର । ୩ ଅଲଟାର୍ଣ୍ଟାଟାର । ୪ D. C. ମୋଟର । ୫ D.C., ଡାୟ-  
ନାମୋ । ୬ ରେଡିଓ ଭାଲ୍ଭ । ୭ ମାହିକ୍ରୋଫୋନ । ୮ ହେଡଫୋନ । ୯ ଭେରିଓମିଟାର ।  
୧୦ ଭେରିୟେବଲ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ଟାନ୍ସ । ୧୧ ସେଲ । ୧୨ ଗ୍ରୁଇଚ । ୧୩ ଏରିୟାଲ । ୧୪ ଆର୍ଥ  
କାନେକ୍ସାନ । ୧୫ T ଜୟେଣ୍ଟ । ୧୬ କ୍ରମ ଜୟେଣ୍ଟ । ୧୭ ଲୁପିଂ ବା ବିଜିଂ । ୧୮  
ଭେରିୟେବଲ୍ କଣ୍ଡେନସାର । ୧୯ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ । ୨୦ କଣ୍ଡେକ୍ଟାର । ୨୧ ବାଟାରି । ୨୨ ପୋଟେନ୍ସିଓ  
ମିଟାର । ୨୩ ଭେରିୟେବଲ୍ ଇଣ୍ଡକ୍ଟାନ୍ସ । ୨୪ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମାର । ୨୫ ଇଣ୍ଡକ୍ସାନ କରେଲ ।  
୨୬-୧ ପ୍ରିଡ-ଲିକ । ୨୬-୨ ବାଜ୍ଜାର । ୨୭ ଚୋକିଂ କରେଲ । ୨୮-୧ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ଓୟାହିଣ୍ଡିଂ ।  
୨୮-୨ ନନ ଇଣ୍ଡକ୍ଟିଭ୍ ଓୟାହିଣ୍ଡିଂ ।

# বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক ।

## প্রথম পরিচয় ।

### পূর্বাভাস ।

বিদ্যুৎ-তত্ত্ব লিখিতে বসিয়াছি বটে কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বিদ্যুৎ যে কি তাহা এখন পর্য্যন্তও ঠিক হয় নাই, কিন্তু ইহার কার্য্য-কলাপ আজ পর্য্যন্ত বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ও কূট-নিরীক্ষণকারিগণের দৃষ্টিতে একটা নিয়মিত ক্রম হিসাবে হয় বলিয়া স্বীকৃত হইয়াছে এবং যতই দিন যাইতেছে ততই ইহার ব্যবহার বুদ্ধির সহিত অমুসন্ধিৎসু ব্যক্তি-গণ দ্বারা ইহার ক্রিয়া কলাপের দ্বারা নিরীক্ষিত হইতেছে । বিভিন্ন নিরীক্ষকের নিরীক্ষণ ইহার কার্য্যপ্রণালীকে এমন একটা যথার্থতায় পরিণত করিয়াছে যে ইহার বিষয় বিশেষ চিন্তা না করিলেও মনে হয় যে আর ইহার কার্য্যকরী নিয়ম বা ধারার বিষয় কিছু ভাবিবার নাই । ইহার দ্বারা কি কি কার্য্য করান যায় তাহার দিকে লক্ষ্য রাখা এবং বিদ্যুৎ সম্বন্ধে আমাদের কয়েকটি প্রকৃত পরিচয় বলিয়া রাখা প্রয়োজন ।

(ক) বিদ্যা ও চুম্বক এই দুইয়ের মধ্যে পার্থক্য বিশেষ নাই, ইহারা একই প্রকারের বলিলেও চলে। (খ) বিদ্যা সম্বন্ধে যাহা কিছু আছে তাহা অনুসন্ধান করিয়া বাহির করা হইতেছে মাত্র, ইহাতে আবিষ্কার করিবার কিছুই নাই। ইহার দ্বারা বিভিন্ন কার্য্য করিবার প্রণালী আবিষ্কৃত হইয়াছে ও হইতেছে। (গ) পৃথিবী নিজেই একটি চুম্বক। চুম্বক ও বিদ্যাতের মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধ থাকা হেতু চুম্বক সম্বন্ধেও আমাদের বিশেষ জ্ঞান থাকা প্রয়োজন।

পুরাকালে গ্রীক দার্শনিকেরা অবগত ছিলেন যে আশ্বার নামক পদার্থকে ঘর্ষণ করিয়া ছোট ছোট পদার্থের নিকট লইয়া গেলে উহা তাহাদিগকে আকর্ষণ করিতে সমর্থ হইত। সেই আকর্ষণ ক্রিয়া হইতেই ইলেকট্রিক বা ইলেকট্রিসিটি নামের উৎপত্তি হইয়াছে। সে যাহা হউক ইলেকট্রিসিটি বা বিদ্যা, দ্রব্য বা শক্তি এই দুইয়ের মধ্যে কোন নামেই পরিগণিত হইতে পারে না। ইহাকে শক্তিবহনকারী বললহন বলিয়া স্বীকার করা যাইতে পারে। বিদ্যা-তত্ত্ববিদগণ বলেন যে বিদ্যা সর্বদা সর্বস্থানে সমভাবে বিরাজিত এবং উহার দ্বারা শক্তি চালনা করিতে হইলে ঐ বিদ্যাকে গতি প্রদান করা প্রয়োজন। ঐ গতি প্রদান কার্য্য করিতে হইলে, কোন শক্তির দ্বারা প্রাথমিক গতির সঞ্চার করিতে পারিলে সেই গতির দ্বারা বিদ্যাকে গতিদান কার্য্য করান যাইতে পারে। এই বৈদ্যুতিক গতি, বিদ্যাতের সমচাপাবস্থায় বিরাজিত অবস্থা হইতে চাপ পার্থক্য রূপ অবস্থান্তর ঘটাইতে পারিলেই পুনরায় পূর্বাবস্থায় প্রত্যাবর্তনকালে ঘটিতে পারে। ঐ সময় বৈদ্যুতিক গতির দ্বারা বিদ্যাতের গুণধর্ম্মানুযায়ী অনেক প্রকার কার্য্য করাইয়া লওয়া যায়। বিদ্যা-তত্ত্ববিদগণের মতে শক্তি সমূহের পরিচয় প্রথমে জ্ঞাত হওয়া প্রয়োজন, যে হেতু শক্তি বায় ব্যতীত কোন প্রকৃত কার্য্য সাধিত হওয়া অসম্ভব। শক্তির পরিচয় দিতে হইলে, কার্য্য করিবার পারকতাকে

বুঝায়। বিদ্যুতের পরিচয় দিতে হইলে বাহ্যতে ঐ শক্তি নিহিত আছে তাহাকে বুঝায়।

বদিও বিদ্যুৎ শক্তি নহে, কিন্তু উহার চাপ-পার্থক্য ( pressure difference ) ঘটাইতে পারিলে উহার দ্বারা কার্য্য করান যাইতে পারে অর্থাৎ উহা শক্তির রূপ ধারণ করে। সেইজন্য চলিত ভাষায় উহাকে বৈদ্যুতিক শক্তি বলা যায়। সচরাচর বাস্তবিক শক্তিকেই বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করা যায়। ডাইনামো প্রভৃতি যন্ত্র, শক্তির এক অবস্থা হইতে বৈদ্যুতিক অবস্থা ঘটাইবার অবলম্বন মাত্র।

যেমন প্রকৃতির শক্তি ভাঙারের জলপ্রপাত অবস্থা হইতে জলপ্রপাত চক্র ( water-turbine ) দ্বারা ঘূর্ণায়মান গতি, ডাইনামো, অলটারনেটায় প্রভৃতি 'অবলম্বনে' প্রদান করিলে বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্ত হওয়া যায় তেমন বৈদ্যুতিক মোটরের মধ্যে বৈদ্যুতিক অবস্থার শক্তি প্রদান করিলে উহার ঘূর্ণিত হইয়া ঘূর্ণায়মান গতি প্রদান করে মাত্র।

**শক্তি ( Energy )** :—শক্তির দুই অবস্থা, যথা—( ১ ) পোটেন্সিয়াল্, ( ২ ) কাইনেটিক্।

**পোটেন্সিয়াল্ শক্তি ( potential energy )** :—বস্তুর অবস্থাজনিত যে শক্তির উদয় তাহাকে পোটেন্সিয়াল্ শক্তি বলা হয়।

**কাইনেটিক্ শক্তি ( Kinetic energy )** :—বস্তুর গতি জনিত যে শক্তির উদয় তাহাকে কাইনেটিক্ শক্তি বলা হয়।

অবস্থা-জনিত শক্তি, যথা—উত্তোলিত প্রস্তর (বস্তু), উহার পতনাবস্থায় ঐ শক্তির পরিচয় পাওয়া যায়। গতি-জনিত শক্তি, যথা—ইঞ্জিনের ক্রাই হুইল। যখন ইঞ্জিনের গতি থাকে তখন এই চক্র বা হুইল ঘূর্ণায়মান অবস্থা হেতু শক্তি ধারণ করে এবং যখন ইঞ্জিনের নিজের ঘুরিবার অবস্থা থাকে না, তখন এই চক্রে নিহিত শক্তি, প্রয়োজন কালে, ইঞ্জিনের অংশে প্রদান করিয়া উহার গতি রক্ষা করে।

**রাসায়ন ক্রিয়ার শক্তি (Chemical energy) :—**  
রাসায়ন প্রক্রিয়ার দ্বারা যে শক্তি বৈদ্যুতিক ব্যাটারি হইতে পাওয়া যায়, তাহা সঙ্গে সঙ্গে বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। কিন্তু এই প্রক্রিয়ার দ্বারা যে বৈদ্যুতিক শক্তির অবস্থা পাওয়া যায় তাহা এত অল্প ও ব্যয়সাধ্য যে বড় বড় কার্য্য করাইতে হইলে এই প্রণালীতে শক্তির প্রকাশ অসম্ভব মাত্র।

ঘণ্টা বাজান, নিশানা প্রেরণ প্রভৃতি করিতে হইলে ঐ প্রণালীতে শক্তি প্রস্তুত করা যাইতে পারে। ইন্ধনের রাসায়নিক শক্তিকে সোজা-সুজি বৈদ্যুতিক শক্তির অবস্থায় পরিণত করিতে পারা যায় না। ক্ষমতা প্রস্তুত করিতে হইলে ইন্ধনের রাসায়নিক শক্তিকে প্রথমে উত্তাপ শক্তিতে পরিণত করিতে হয়। সেই উত্তাপ শক্তিকে উত্তাপ ইঞ্জিনের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত করা যায়, তৎপরে সেই যান্ত্রিক শক্তিকে ডাইনামো প্রভৃতির সাহায্যে বৈদ্যুতিক অবস্থায় লওয়া বাইতে পারা যায়।

**শক্তির অবস্থান্তর :—**হেমহোলট্জ, টমসন, জোল প্রভৃতি বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে শক্তিকে প্রস্তুত বা নষ্ট করিতে পারা যায় না কিন্তু এক অবস্থার শক্তিকে অত্র অবস্থার শক্তিতে পরিণত করা যাইতে পারে বা নিজেনিজেই উহা এক অবস্থা হইতে অত্র অবস্থায় পরিণত হইতে পারে। অনেক সময় দেখা যায় যে, বতটা এক অবস্থার শক্তিকে অত্র অবস্থায় পরিণত করিবার চেষ্টা করা যায়, অবস্থান্তরে সম্পূর্ণ ততটা শক্তি পাওয়া যায় না। বরং উহার মধ্যে অনেকটা তৃতীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয় ও কাজে লাগিতে নাও পারে, কিন্তু মোটের উপর শক্তির নাশ হয় না। উপরোক্ত রীতি অল্পসারে অবস্থান্তর “লিপ্‌ম্যান” বলিয়াছেন। ম্যাক্সওয়েল ও ফ্যারাডের মতে, বিদ্যুৎকেও প্রস্তুত বা নষ্ট করিতে পারা যায় না, কিন্তু ইহার সমবিস্তৃতির পরিবর্তন ঘটাইতে পারা যায়। লিপম্যান আরও বলেন যে প্রত্যেক

বৈদ্যুতিক বিকাশের বিপরীত বিকাশ পৃথিবীর কোন না কোন স্থানে থাকিতেই হইবে। সমবিস্তৃতি বিদ্যুৎকে পরিবর্তন করিয়া একস্থানে অধিক ও অপর স্থানে কম চাপাবস্থা ঘটাইতে পারা যায় এবং বিদ্যুতের স্থিতির স্থিরাবস্থা হইতে উক্ত গতিযুক্ত অবস্থায় লওয়া যায় বা নিজেদের মধ্যে আকর্ষণ ও ত্যাগক্রিয়ার দ্বারা ঘূর্ণায়মান গতিতে পরিণত করা যায়। এই সকল বৈদ্যুতিক অবস্থা লক্ষ্য করিলে বুঝা যায় যে আমাদের বিদ্যুৎ প্রস্তুতকারক যন্ত্রসকল এবং ব্যাটারি সকল বিদ্যুৎকে সমবিস্তৃত অবস্থা হইতে পৃথক করিয়া দিবার অবলম্বন মাত্র, এবং এই সকল অবলম্বন দ্বারা অবস্থা পরিবর্তিত বিদ্যুৎ পুনঃ স্থায় সমবিস্তৃতি অবস্থায় প্রত্যাভর্তন কালে বিভিন্ন কার্য সম্পাদন করিয়া থাকে।

বিদ্যুৎ-তত্ত্বের অল্পদিনের মধ্যে বিশেষ উন্নতি সাধন হইয়াছে। ইহার ব্যবহার, বিভিন্ন বিষয় ও ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে হইতেছে এবং তদনুযায়ী যন্ত্র সকলও প্রস্তুত হইতেছে, কাজে কাজেই এই যন্ত্র সকলের প্রস্তুত একটা প্রধান ব্যবসায়ের মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে।

একস্থান হইতে বহুদূরে শক্তি বাহিত বা চালিত করিতে হইলে বৈদ্যুতিক শক্তিই একমাত্র অবলম্বন। আলোক জ্বালাইবার জন্ত, পাখা চালাইবার জন্ত, খনি সকলের মধ্যে বিভিন্ন কার্য করাইবার জন্ত, তারে সংবাদ পাঠাইবার জন্ত, 'গাড়ি চালাইবার জন্ত, রোগের চিকিৎসা করিবার জন্ত, বিদ্যুৎ মানবের একটা প্রধান সহায় হইয়া উঠিয়াছে।

আবার সঙ্গে সঙ্গে যতই দিন বাইবে ততই আমরা দেখিতে পাইব যে বিদ্যুতের দ্বারা আরো কত প্রকার অসাধ্য সাধন ঘটিতে পারে। যাহারা বিদ্যুৎ-তত্ত্ব বিষয় জানিতে উৎসুক তাঁহাদিগকে আরো উৎসাহিত করিয়া 'বিশেষ রূপে যতদূর সম্ভবপর হয় ইহার বিচিত্রতার বিষয় অবগত করান হইবে।

**চুম্বক ও চুম্বকত্ব (Magnet and Magnetism.)**  
কোন নির্দিষ্ট দিক অবলম্বনে অবস্থান এবং লৌহ প্রভৃতি কতিপয়  
দ্রব্যকে আকর্ষণ এই দুই গুণ বিশিষ্ট পদার্থকে “চুম্বক” বলে ও এই  
গুণদ্বয়কে “চুম্বকত্ব” বলে। চুম্বকত্ব লৌহের মধ্যে অত্যন্তকৃষ্ট ভাবে  
পরিষ্কৃষ্ট হয় বলিয়া ঐ পদার্থে চুম্বক প্রস্তুত হয়।

**স্বাভাবিক চুম্বক (Natural Magnet.)** :—ইহা  
চুম্বকত্ব বিশিষ্ট একপ্রকার প্রকৃতি-প্রসূত, কঠিন, কৃষ্ণাভ, খনিজ ধাতব  
পদার্থ। ইহার রাসায়নিক গঠন ( $Fe_3 O_4$ ), ইহাকে লৌহের চুম্বক  
ভঙ্গ (Magnetic Oxide of iron.) বলে। ইহা সর্বপ্রথমে এসিয়া-  
মাইনরের অন্তর্গত ম্যাগনেসিয়া দেশে পাওয়া গিয়াছিল বলিয়া ইহাকে  
“ম্যাগনেস” বলিত; তাহা হইতে ম্যাগনেট (Magnet) কথাটি হইয়াছে।  
প্রাচীনকালে খোলা সমুদ্রের উপর নির্ভরশীল জাহাজ নাবিকগণ কর্তৃক  
ইহা জাহাজে ব্যবহৃত হইত বলিয়া ইহাকে “লোডিংষ্টোন” বা “লোডষ্টোন”  
(Load-stone) অর্থাৎ নেতৃ-প্রস্তর বলা হইত। (চিত্র—১) স্বাভাবিক



চিত্র—১

চুম্বক (আকর্ষিত লৌহচূর্ণ সহ),  
কিন্তু এই স্বাভাবিক চুম্বক অধিক  
পরিমাণে পাওয়া যায় না, ইহাদের  
তেজ অধিক হয় না ও আকৃতিতেও বিশেষ সুবিধা জনক হয় না  
বলিয়া ইহাদের ব্যবহার বিশেষ দৃষ্ট হয় না।

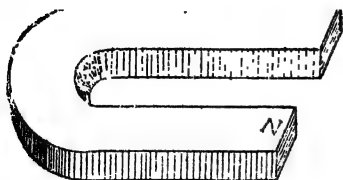
**কৃত্রিম চুম্বক (Artificial Magnet)** :—সুবিধামত ভাবে



চিত্র—২

ব্যবহারের জন্য সুবিধা জনক  
আকৃতিতে ও প্রয়োজন মত  
তেজবানু করিয়া কৃত্রিম উপায়ে  
প্রস্তুত চুম্বককে কৃত্রিম চুম্বক বলে। ইহার প্রয়োজন অনুসারে দণ্ডের  
মত (চিত্র—২) (Bar Magnet), অথবা স্কুরাকৃতি (চিত্র—৩) (Horse-

Shoe magnet), বলয়ের মত ( চিত্র—৪ ) (Ring magnet) বা সূচের মত (চিত্র-৫) (Magnetic Needle)হইয়া থাকে। ইহাদের প্রস্তুত প্রকরণ



চিত্র—৩



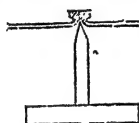
চিত্র—৪



চিত্র—৫



চিত্র—৬



চিত্র—৭

পরে বর্ণিত হইবে। সূচ চুম্বকে একটিখাড়া দণ্ডের উপর খাটাইয়া ( চিত্র—৬ ) বা কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট কোটার মধ্যে ছোট ডাণ্ডার উপর খাটাইয়া সূচ-কম্পাস ( চিত্র—৭ ) ( Needle

Compass ) চুম্বকত্ব পরীক্ষা কার্যে ব্যবহার হয়।

**চুম্বকের ধর্ম (Properties of a Magnet) :—**(ক) একটি চুম্বকে লৌহচূর্ণে রাখিয়া তুলিলে, প্রচুর লৌহচূর্ণ আকর্ষিত হইয়া উহার গাত্রে লাগিয়া থাকে (চিত্র—৮)।



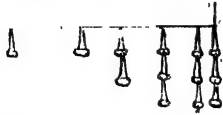
চিত্র—৮

চুম্বকের বিভিন্ন স্থানে এই আকর্ষণ বলের পরিমাণ পরীক্ষা করিতে হইলে, ইহা হইতে ছোট ছোট কাঁটা-পেরেক ঝুলাইয়া

দিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে চুম্বকের শেষ ভাগদ্বয়ে এই ঝুলায়মান পেরেকের সংখ্যা অধিক, শেষভাগদ্বয় হইতে কিছু অন্তর্বর্তী স্থানদ্বয়ে ইহাদের সংখ্যা সর্বাপেক্ষা অধিক, এবং বতই মধ্যস্থলের দিকে অগ্রসর



হওয়া যায় ইহাদের সংখ্যা ততই কমিতে থাকে ও ঠিক মধ্যস্থলে একটিও পেরেক ঝুলিতে দেখা যায় না। (চিত্র—২) ইহা হইতে এই প্রতীয়মান হয়



যে শেষভাগদ্বয় হইতে কিছু

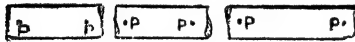
স্থানে চুম্বকত্বের সর্বা-

পেক্ষা অধিক। এই স্থানদ্বয়কে

চিত্র—২

চুম্বকের মেরু বা পোল ( Pole )

বলে। প্রত্যেক চুম্বকেরই এরূপ দুইটি করিয়া মেরু থাকে, এমন কি, একটি চুম্বকে খণ্ড খণ্ড করিলেও তাহার প্রত্যেক খণ্ডের শেষভাগদ্বয়ে দুইটি করিয়া মেরু দৃষ্ট হইবে (চিত্র—১০)। মেরুদ্বয়ের সংযোজনী রেখাকে



চিত্র—১০

চুম্বকের “মেরুদণ্ড” বা “এক্সিস” বলে

( P P চিত্র—১১ ) ও মেরুদ্বয়ের

ব্যবধানকে “চুম্বক-দৈর্ঘ্য” বলে। ১১

চিত্রে চুম্বকের দৈর্ঘ্যের কোনস্থানে

বল পরিমাণ কিরূপ তাহা দেখান

হইয়াছে। চুম্বকের কোনও স্থান

হইতে একটি লম্বরেখা টানিলে

চুম্বক ও বক্ররেখা মধ্যস্থ ঐ

লম্বরেখার অংশটি তত্ত্ব চুম্বক-

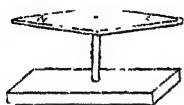
বলের আনুপাতিক পরিমাণ।

এই চিত্রে সুস্পষ্ট ভাবে দেখান হইয়াছে কি ভাবে চুম্বক বল চুম্বকের মধ্যস্থলে শূন্য হইতে ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া মেরুর নিকট সর্বাপেক্ষা অধিক হয়, পরে শেষভাগদ্বয়ে একটু কমিয়া যায়। চুম্বক বলের পরিমাপক লম্বরেখাগুলি সমান্তরাল রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট হইয়াছে।

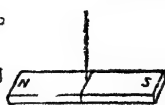
চিত্র—১১

(খ) একটি চুম্বকের মাঝখানে পাকহীন সূতা ( এলোসূতা ) বাঁধিয়া শূন্যমার্গে ঝুলাইয়া দিলে বা খাড়া দণ্ডের উপর ঝাটাইলে দেখিতে পাওয়া

যায় যে চুম্বকটি বার কতক ঘুরিয়া কোন একটি নির্দিষ্ট ‘দিক’ অবলম্বন করিয়া অবস্থান করে। আরও দেখা যায় যে উহাকে বেক্রপ ভাবে



চিত্র—১২



চিত্র—১৩

দোলাইয়া বা ঘুরাইয়া দেওয়া যাউক

না কেন, অবস্থান কালে উহার যে

শেষভাগটি যে দিকে একবার অবস্থান করে, সেই শেষভাগটি পুনরায় সেই দিকই অবলম্বন করিয়া অবস্থান করে। যে মেরুটি পৃথিবীর উত্তরদিকে ফিরিয়া অবস্থান করে, তাহাকে চুম্বকের “উত্তর-অন্বেষণকারী-মেরু” ( North-Seeking-Pole ) বলে, ইহাকে প্রচলিত ভাষায় উত্তর মেরু (North Pole) বলে। যে মেরুটি দক্ষিণদিকে ফিরিয়া অবস্থান করে তাহাকে “দক্ষিণ-অন্বেষণকারী-মেরু” ( South Seeking Pole ) বা দক্ষিণ মেরু ( South Pole ) বলে। ইহাদিগকে চিনিবার জন্য উত্তর-মেরুকে “N” অক্ষর কিংবা লাল বা কাল রংদ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

**মেরুর স্থান (Position of Pole) :—**ইহার চুম্বক লৌহের শেষ ভাগদ্বয় হইতে কিছু ভিতরদিকে লৌহের মধ্যে (চিত্র ১৪) বিন্দুটী পোল।



**মেরুদ্বয়ের নিজেদের উপর**

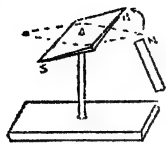
**কার্যাবলী (Action of Poles on each**

**other) :—**“অনুরূপ মেরুগুলি পরস্পরকে নিক্ষেপ

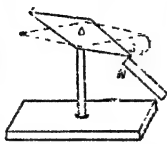
করে ও বিপরীত মেরুগুলি আকর্ষণ করে”।

একটি চুম্বক-সূচকে খাড়া দেওয়ার উপর খাটাইলে বা সূতার দ্বারা ঝুলাইলে উহা উত্তর-দক্ষিণ দিক লইয়া অবস্থান করিবে। অতঃপর অপর একটি চুম্বকের উত্তর মেরু এই সূচের উত্তর মেরুর নিকটে লইয়া বাইলে দৃষ্ট হইবে যে সূচটি নিক্ষেপণ হেতু ঘুরিয়া বাইতেছে। কিন্তু দক্ষিণ মেরুকে উত্তর মেরুর সন্নিহিত করিলে দৃষ্ট হইবে যে আকর্ষণ হেতু মেরুদ্বয় আরও সন্নিহিত হয়। চিত্র ১৫, ১৬, ১৭, ১৮ বিন্দুদ্বারা নির্দিষ্ট

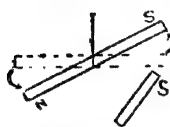
স্থানগুলি স্থচের পূর্বাবস্থা নির্দেশ



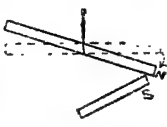
চিত্র—১৫



চিত্র—১৬



চিত্র—১৭



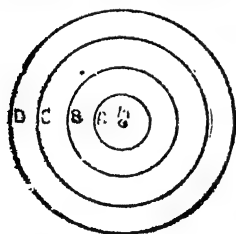
চিত্র—১৮

করিতেছে ও পরে স্থচের কি অবস্থা তাহা চিত্রে প্রতীয়মান হইতেছে।

**চুম্বকবলের নিয়ম**  
(Law of Magnetic force) :—

পূর্বেই বলা হইয়াছে, দুইটি মেরু থাকিলে তাহাদের মধ্যে হয় আকর্ষণ না হয় নিষ্ক্ষেপণ বল থাকিবে। এই বলের পরিমাণ নিম্নলিখিত নিয়মানুযায়ী হয়। যথা ;—

**বিকল্প বর্গ নিয়ম** ( Inverse Square Law ) :—“চুম্বক বল মেরুদ্বয়ের তেজের গুণফলের অনুরূপ ও উহাদের ব্যবধানের বর্গের বিকল্প” অর্থাৎ ব্যবধানের বর্গ যত অধিক হইবে, বল ততই কম হইবে। একটু চিন্তা করিয়া দেখিলেই এই নিয়মটী বেশ বুঝিতে পারা যায়। কারণ একটি মেরুকে ঠিক রাখিয়া যদি অপর মেরুটার তেজ দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি করা যায় তাহা হইলে স্পষ্টই প্রতীয়মান হয় যে আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপণ বল যথাক্রমে দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি হইবে। ঠিক সেইরূপ



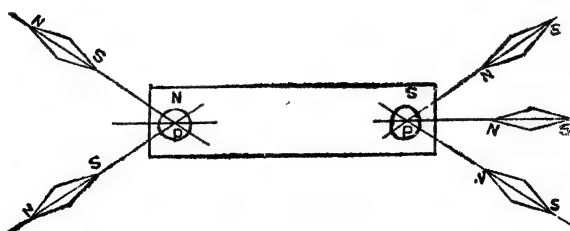
চিত্র—১৯

অপর মেরুটার তেজ দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি করিলে আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপণ বল যথাক্রমে দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি হইবে। সুতরাং বল মেরুদ্বয়ের তেজের গুণফলের অনুরূপ। আর বল ব্যবধানের বর্গের বিকল্প, তাহার কারণ যদি একটি মেরুকে কোন গোলকে কেন্দ্রে অবস্থিত অনুমান করা যায় তাহা হইলে

মেরুটার সমস্ত বল ঐ গোলকটির সমস্ত বিস্তৃতির উপর সর্বত্র সমভাবে চারাইয়া পড়িবে। এখন যদি মেরুটিকে দ্বিগুণ, ত্রিগুণ বা চতুর্গুণ

ইত্যাদি ব্যাসের গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত অনুমান করা যায়, যে হেতু এই গোলকগুলির বিস্তৃতি যথাক্রমে চতুর্গুণ, নবগুণ বা ষোড়শগুণ ইত্যাদি ( $4\pi r^3$ ) এবং ঐ মেরুটির বল পূর্ববৎ সমভাবে এই বিস্তৃতিগুলির উপর চারাইয়া পড়িতেছে, সুতরাং কোন একস্থানে বলের পরিমাণ যথাক্রমে এক চতুর্থাংশ ( $\frac{1}{8}$ ), এক নবমাংশ ( $\frac{1}{27}$ ) বা এক ষোড়মাংশ ( $\frac{1}{64}$ ) ইত্যাদি হইবে অর্থাৎ ব্যবধানের বর্গের বিক্রপ হইবে। সুতরাং দেখা যায়,—  
 $v \propto \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$  ; অর্থাৎ  $v = k \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$  এখন যদি  $m_1 = m_2$  হয় ;  
 $v = 1$  ও  $d = 1$  হয় ও সেইরূপ  $m_1$  বা  $m_2$  কে একক মেরুতেজ স্বীকার করা  
 যায় তবে,  $1 = k \times \frac{1 \times 1}{1}$  বা  $k = 1$  সুতরাং  $v = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$

**একক মেরু তেজ ( Unit Pole Strength ) :—** “দুইটি সমান সমান মেরুকে একক দূরত্ব ব্যবধানে স্থাপন করিলে যদি তাহারা একক বলে পরস্পরকে আকর্ষণ বা নিক্ষেপ করে তাহাদিগকে একক তেজের মেরু বলে।” একক মেরু তেজকে এই ভাবে সংজ্ঞাবদ্ধ করা হয় তাহার কারণ এই সংজ্ঞানুযায়ী  $v = k \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$ , “ক” = ১ হয় ও তৎকাল  $v = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$  এই সরল সম্বন্ধ পাওয়া যায়।

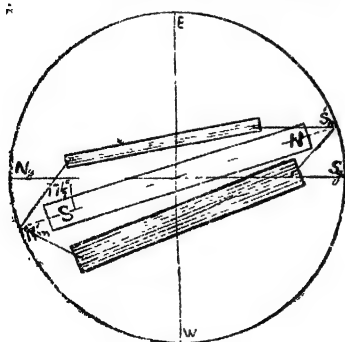


চিত্র-২০

**মেরুর স্থান নির্ধারণ ( Determination of the**

Position of Pole ) :—একটি সূচ কম্পাস লইয়া একটি শায়িত চুম্বকের শেষ দিকে কয়েকটি বিভিন্ন স্থানে ২০ চিত্রে প্রদর্শিতরূপে স্থাপন করিলে দেখা যাইবে যে সূচ চুম্বকটি বিভিন্ন দিক লক্ষ্য করিয়া অবস্থান করে। এই সূচ কম্পাস প্রত্যেক স্থানেই চুম্বকের মেরুদিকের দিকে মুখ করিয়া অবস্থান করিতেছে। সুতরাং সূচ-চুম্বকের মেরুদণ্ড ঐ স্থানগুলি হইতে চুম্বকের দিকে প্রসারিত করিয়া দিলে তাহারা যে স্থানে সম্মিলিত হয় তাহাই চুম্বকের মেরু।

ভূ-চুম্বকত্ব ( Earth's Magnetism ) :—দেখা যায় কোন চুম্বককে বুলাইয়া বা খাটাইয়া দিলে উহা নির্দিষ্ট দিক অবলম্বন করে। তাহার কারণ পৃথিবীর নিজের চুম্বক গুণাবলী আছে, এবং বুলায়মান চুম্বক পৃথিবীর চুম্বকত্বের “অনুরূপ মেরুর নিক্ষেপণ ও বিপরীত মেরুর আকর্ষণ” নিয়ম হেতু কোন বিশিষ্ট দিক অবলম্বনে বাধ্য হয়। পৃথিবীর চুম্বকত্ব এরূপ যেন উহার ভৌগলিক মেরুদণ্ডের দুই দিকে দুইটি বৃহৎ চুম্বক আছে, তন্মধ্যে একটি অপরটি অপেক্ষা বৃহত্তর ও তাহাদের একদিকের শেষভাগদ্বয় অপরদিকের শেষভাগ দ্বয় অপেক্ষা সম্মিলিত। এই শেষভাগগুলি প্রায়



চিত্র—২১

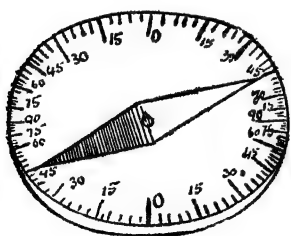
ভৌগলিক মেরুর নিকট। এই চুম্বক দুইটি এরূপভাবে অবস্থিত যে ইহাদের সমরূপ ও সমগুণবিশিষ্ট একটি চুম্বক ভূ-মেরুদণ্ডের সহিত প্রায়  $11.3^\circ$  কোণ করে ( চুম্বকের উত্তর দিকের মেরু ভূ-মেরুদণ্ডের পশ্চিম দিকে এই কোণ করে) ইহা ২১ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। কাল চুম্বকদ্বয় ভূমধ্যস্থ অন্তর্মিত চুম্বকদ্বয়

: S N উহাদের সমবদলী একটি চুম্বক বাহা ভূ-মেরুদণ্ডের সহিত  $11.3^\circ$

কোণে অবস্থিত। কিন্তু বাস্তবিক পৃথিবীর মধ্যে চুম্বক আছে কিনা তাহা কেহ দেখে নাই, তবে পৃথিবীর উপরে যে ফলাফল দৃষ্ট হয় তাহা হইতে অনুমান হয় যে, ঠিক যেন একরূপ দুইটি চুম্বক আছে।

দ্রষ্টব্য :—উপরে বলা হইল যে, পৃথিবীর মধ্যে দুইটি অনুমিত চুম্বক আছে। কিন্তু পৃথিবীর অন্তর্ভাগ এত গরম যে প্রায় ১২ মাইল গভীরতার উহা লোহিত তপ্ত অবস্থায় স্থিত। সুতরাং সেখানে লৌহের চুম্বক গুণ থাকিতে পারে না, কারণ লোহিত তপ্ততায় লৌহের চুম্বকত্ব নষ্ট হইয়া যায়। অতএব ভূ-চুম্বকত্ব উর্দ্ধতলীয় চুম্বকত্ব হেতু হইতে পারে। অথবা আমরা বহমান বিদ্যুতে দেখিব যে গোলাকার ভাবে প্রবাহিত বিদ্যুৎবেগ দণ্ডচুম্বকের মত চুম্বক ফল উৎপাদন করে। সুতরাং ভূ-চুম্বকত্ব পৃথিবীর চতুর্দিকে বহমান বিদ্যুৎ-প্রবাহ হেতুও হইতে পারে।

**বিরাগ বা ডেক্লিনেশন ( Declination ) :**—একটি চুম্বকের মধ্যভাগে সূতা বাঁধিয়া উহাকে ভূ-সমান্তরাল রাখিয়া আলাগা ভাবে ঝুলাইয়া রাখিলে সচরাচর দেখা যায় উহার মেরুদণ্ড বাম্যোত্তর রেখার ( Meridian ) সহিত কিছু কোণ করে। এই কোণকে বিরাগ কোণ বা



চিত্র—২২

ডেক্লিনেশন বলে। ইহা চুম্বকের উত্তর মেরু বাম্যোত্তর রেখার যে দিকে যতটা কোণ করে তদ্বারা প্রকাশিত হয়। যথা ;—বিরাগ  $১৫^\circ$  পশ্চিম বলিলে বুঝিতে হইবে যে চুম্বকের উত্তর মেরু বাম্যোত্তর রেখার পশ্চিমদিকে  $১৫^\circ$  যায়। বিরাগ, স্থানের উপর নির্ভর করে, অর্থাৎ বিভিন্ন স্থানে ইহা বিভিন্ন।

**সমবিরাগ ও বিরাগহীন রেখা (Lines of equal declination and lines of no declination.)**—যে সকল দেশের বিরাগ সমান তাহাদিগকে চুম্বক মানচিত্রে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয়, এই রেখাগুলিকে সমবিরাগ রেখা বা আইসোগনিক লাইন.

(Isogonic line) বলে। যে সমবিরাগ রেখা শূন্য বিরাগের দেশ সমূহকে সংযোগ করে তাহাকে বিরাগহীন রেখা বা এগোনিক লাইন (Agonic line) বলে।

বিরাগের পরিবর্তন (Variation of declination)—বিরাগের পর্যায়ক্রম, বাৎসরিক দৈনিক ও নৈমিত্তিক পরিবর্তন দৃষ্ট হয়।

পর্যায়ক্রম পরিবর্তন (Periodical Change)—কোন নির্দিষ্ট স্থানে সূচ চুম্বকের দিক ক্রমশঃ পরিবর্তন হইতে থাকে। অর্থাৎ কোনও কালে যদি উহা একটু পূর্বদিকে ফিরিয়া থাকে তাহা হইলে একটু একটু করিয়া কিছুকাল পরে উহা পশ্চিমদিকে চলিয়া যায়। যথা—নিম্নে প্রদত্ত লণ্ডনের বিরাগ তালিকা হইতে ইহা বেশ স্পষ্ট হইতে পারা যায়। ১৬৫৭ সালের পূর্বে বিরাগ পূর্বদিকে ছিল, কিন্তু ক্রমশঃ কমিয়া কমিয়া ১৬৫৭ সালে চুম্বকের মেরুদণ্ড বাম্যোত্তর রেখার সহিত সম্মিলিত হয় ও পরে ছাড়াইয়া পশ্চিমদিকে গিয়া চ এবং পশ্চিমদিকে সর্বাপেক্ষা অধিক কোণ করিয়াছিল, ১৮১৬ সালে, পরে আবার ক্রমেতেই এবং কমিয়া উহা বাম্যোত্তর রেখা পার হইয়া পুনরায় পূর্বে বাটবে ও তথা হইতে ফিরবে।

বৎসর	বিরাগ			বৎসর	বিরাগ		
১৫৮০	১১'	১৭'	পূ	১৮৯০	১৭	২২'	প
১৬৩৪	৪	০'	"	১৮৯৩	১৭	১১'	"
১৬৭৭	০	০'	"	১৮৯৫	১৬	৫৭'	"
১৭০৫	৯	০'	প	১৮৯৮	১৬	৩৯'	"
১৭৬০	১৯	৩০'	"	১৮৯৯	১৬	৫৫'	"
১৮১৬	২৪	৩০'	"	১৯০২	১৬	৩২'	"
১৮৬৮	২০	৩০'	"	১৯০৬	১৬	৩	"
১৮৮০	১৮	২২'	"	১৯১২	১৫	২৪'	"
১৮৮৯	১৭	৩৫'	"				

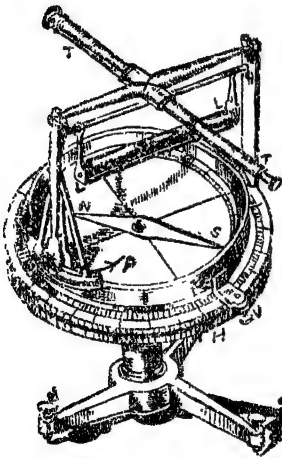
বাৎসরিক পরিবর্তন (Annual change) :—

বৎসরের মধ্যে চুম্বকের দিক অল্প পরিমাণে পরিবর্তিত হয়। লণ্ডনে বাসন্তী ক্রান্তি-পাতের (Vernal equinox) সময় এই পরিবর্তন সর্বাপেক্ষা অধিক হয় এবং উত্তরায়ণের (Summer solstices) সময় সর্বাপেক্ষা কম হয় এবং তাহার পর বাকি নয় মাস ধরিয়া ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে।

দৈনিক পরিবর্তন (Daily change) :—খুব সূক্ষ্ম যন্ত্র সাহায্যে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় প্রত্যেক দিনের মধ্যে চুম্বকের দিকের গতি অল্প পরিমাণে পরিবর্তন হয়। যেমন ইংলণ্ডে উত্তর মেরু প্রান্তে ৭টা হইতে ১টা পর্যন্ত পশ্চিমগামী হয়, পরে রাত্রি ১০টা পর্যন্ত পূর্বগামী হয়। এবং সন্ধ্যোদয় পর্যন্ত প্রায় এই অবস্থায় থাকে।

অবৈধ পরিবর্তন (Irregular change) :—প্রায়ই অকস্মাৎ চুম্বকের দিকের পরিবর্তন ঘটে। এই অবৈধ ও নৈমিত্তিক উদ্বেগকে চুম্বক ঝড় বা (Magnetic storm) বলে এবং প্রায়ই ইহার সহিত আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যাংগপাত, ভূমিকম্প ও মেরু-জ্যোতির (aurora) সম্বন্ধ দেখা যায়।

নিবাগমান বা ডেক্লিনোমিটার (Declinometer) :—অর্থাৎ বিরাগ বা ডেক্লিনেশন মাপিবার যন্ত্র। ইহা ২৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে T একটি জ্যোতিষ দূরবীক্ষণ



চিত্র-২৩

(Astronomical-telescope)। ইহা খাড়াভাবে ঘুরিতে পারে। ইহাতে একটি পিতলের বাস্‌ যাহাতে (১) সম অংশে বিভক্ত একটি বৃত্ত যাহার আড়দিকের দাগটি দূরবীক্ষণের মেরুদণ্ডের দিক নির্দেশ থাকে এবং (২) ঐ বৃত্তের কেন্দ্রে পাড়া দণ্ডে খাটান একটি হাফা চুম্বক সূচ N S আছে। বাস্‌টি একটি পায়ার উপর স্থাপিত, এই পায়ারে তিনটি সম আকার যুক্ত প্যাচের পায়ার আছে। H একটি নিবদ্ধ সম অংশে বিভক্ত বৃত্ত যাহার উপর দূরবীক্ষণ সহ বাস্‌টি ঘুরে। V বাস্‌টির সহিত সংবদ্ধ একটি প্রবিভাজক (vernier) যাহার দ্বারা দূরবীক্ষণটি কতটা ঘুরিল মাপা যায়। P' অপর একটি প্রবিভাজক যাহা দূরবীক্ষণের মেরুদণ্ডের সহিত ঘুরে ও

ভাঙ্গা হইতে ভূ-সমান্তরালের সহিত দূরবীক্ষণের কোণ মাপা যায়। L L সূর্যাস্ত্র।

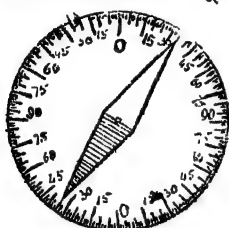
বিরাগ মাপিবার প্রণালী (Method of measuring declination) :—(১) প্রথমতঃ সমতলকারী প্যাচের পায়ার S ও সূর্যাস্ত্র (spirit level) L এর সাহায্যে যন্ত্রটিকে ভূ সমান্তরাল করিতে হইবে।



(২) পরে যাম্যোত্তর বৃত্ত ঠিক করিতে হইবে। ইহা ঠিক দ্বিপ্রহর বেলায় সূর্যকে লক্ষ্য করিলেই পাওয়া যায়। এখন সমাংশে বিভক্ত বৃত্তের ব্যাসটি যাম্যোত্তর বৃত্তে অবস্থিত দূরবীক্ষণের ঠিক নিম্নে রহিল।

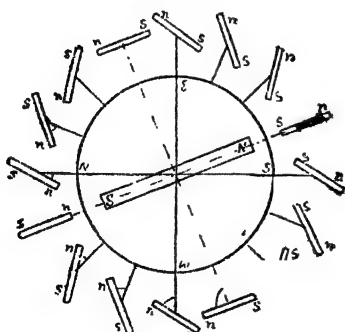
(৩) এখন চুম্বক সূচের শেষভাগ N ও ঐ ব্যাসের মধ্যে যে কোণ দৃষ্ট হয় তাহাই বিরাগ।

**অবনতি বা ডিপ ( Dip or Inclination ) :—** যদি একটি চুম্বকের মধ্যস্থল দিয়া আড়াআড়ি ভাবে একটি ছিদ্র করিয়া তাহার মধ্য দিয়া একটি আবর্তন কীলক দিয়া তাহাতে চুম্বকটিকে যাম্যোত্তর বৃত্তে রাখা হয়, তাহা হইলে চুম্বকটি অধোদিক দিকে আবর্তন করিতে সক্ষম



চিত্র—২৪

হইবে ও সচরাচর দেখা যাইবে যে চুম্বক মেরুদণ্ড ভূ-সমাস্ত্রালের সহিত কিছু কোণ করে। এই কোণকে অবনতি বলে। (চিত্র—২৪)

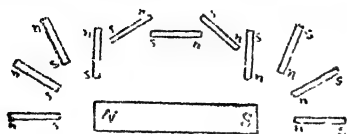


চিত্র—২৫

ইহা চুম্বকের নিম্ন মেরু খাড়া রেখার উত্তর বা দক্ষিণদিকে যতটা কোণ করে তদ্বারা প্রকাশিত হয় এবং দেখা যায় যে বিরাগের মত অবনতিও পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন। ইহার পরিমাণ বিষুবদেশে  $0^\circ$  (অর্থাৎ ভূ-সমাস্ত্রাল) হইতে মেরু প্রদেশে  $90^\circ$  পর্যন্ত (অর্থাৎ খাড়া)। অবশ্য উত্তর মেরুপ্রদেশে চুম্বকের উত্তর মেরু নিম্নদিকে থাকে ও দক্ষিণ প্রদেশে ইহা উপর দিকে থাকে। ভূমধ্যস্থ চুম্বক হেতু পৃথিবীর উপরিস্থ চুম্বকের অধোদিক বা অবনতি

বিভিন্ন স্থানে কিরূপে উত্তরমেরু প্রদেশে নিম্নদিকে  $90^\circ$ , বিষুবদেশে ভূ-সমাস্ত্রাল হইয়া দক্ষিণমেরু প্রদেশে উপরদিকে  $90^\circ$  হয় তাহা ২৫ চিত্রে দেখান হইয়াছে।

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অবনতি-কোণ কেন পৃথক হয় বা পৃথিবীর উপরে চুম্বকের অধোদ্বীপিক ভিন্ন ভিন্ন দেশে কেন বিভিন্ন হয় তাহার কারণ এই যে,



চিত্র—২৬

ভূমধ্যস্থ চুম্বকের সহিত তুলনায় বিভিন্ন দেশসমূহের অবস্থা বিভিন্ন বলিয়া ভিন্ন ভিন্ন দেশে চুম্বকের উপর বিভিন্ন প্রকারের চুম্বক বল হওয়া হেতু উহার। বিভিন্ন দিক

অবলম্বন করে। ইহা ২৬ চিত্রে একটি চুম্বকের চারিদিকে স্থচ-চুম্বকের দিক ক্রমশঃ কিরূপে পরিবর্তিত হয় তাহা দেখিলেই বুঝা যাইবে।

সম-অবনতি ও অবনতিহীন রেখা (Lines of equal dip and lines of no dip):—

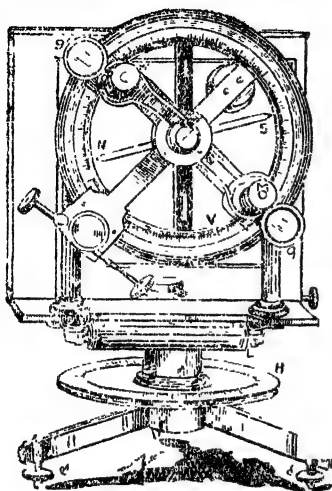
যে সকল দেশের অবনতি সমান তাহাদিগকে চুম্বক মানচিত্রে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয়, এই রেখাগুলিকে ‘সম-অবনতি রেখা’ বা আইসোক্লিনিক লাইন (Isoclinic line) বলে। যে ‘সম-অবনতি রেখা’ অবনতিহীন দেশসমূহকে সংযোগ করে তাহাকে ‘অবনতিহীন রেখা’ বা এক্লিনিক লাইন (Aclinic line) অর্থাৎ ‘চুম্বকবিশুবরেখা’ বা ম্যাগনেটিক ইকোয়েটর (Magnetic Equator) বলে।

অবনতির পরিবর্তন (variation of dip) :—

বিরাগের মত অবনতিরও পর্যায়ক্রম পরিবর্তন ঘটে। ইহা নিম্ন তালিকায় লণ্ডনের অবনতির পরিবর্তন হইতে বুঝিতে পারা যায় ;—

বৎসর	অবনতি		বৎসর	অবনতি	
১৫৭৬	৭১°	৫০′	১৮৯০	৬৭°	২৩′
১৬৭৬	৭৩°	৩০′	১৮৯৫	৬৭°	১৫′
১৭২৩	৭৪°	৪২′	১৮৯৮	৬৭°	১২′
১৮০০	৭০°	৩৫′	১৮৯৯	৬৭°	১০′
১৮২৮	৬৯°	৪৭′	১৯০৩	৬৭°	০′ ৫১″
১৮৫৪	৬৮°	৩১′	১৯০৬	৬৬°	৫৫′
১৮৭৪	৬৭°	৪৩′	১৯১২	৬৬°	৫১′ ৪৮″

অবনতিমান বা ডিপ বা ইনক্লিনেশন কম্পাস (Dip or Inclination Compass) :—



চিত্র—২৭

২৭ চিত্রে অবনতি মাপিবার একটি যন্ত্র দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে (১) H একটি ভূ-সমান্তরাল সমাংশে বিভক্ত পিস্তলের বৃত্ত, ইহা সমতলকারী প্যাচের তেপারার উপর অবস্থিত।

(২) এই বৃত্তের উপর ইহার কেন্দ্রস্থিত খাড়া কীলকে আবর্তনশীল একটি প্লেট আছে।

(৩) V একটি খাড়া সমাংশে বিভক্ত বৃত্ত যাহার দ্বারা অবনতি মাপা হয়।

(৪) এই খাড়া বৃত্তের কেন্দ্রে ভূ-সমান্তরাল কীলকে খাটান N S একটি চুম্বক-সূচ যাহা এই বৃত্তের খাড়া তলে আবর্তন করে।

(৫) L একটি স্তরাংশ (প্লেটে আবদ্ধ)।

(৬) M ও M' দুইটি অণুবীক্ষণ এবং G ও G' দুইটি আয়না।

অবনতি মাপিবার প্রণালী (Method of Measuring dip) :—(১) প্রথমতঃ H বৃত্তকে ভূ-সমান্তরাল করিতে হইবে, তাহা হইলেই V বৃত্তটি খাড়া হইবে। ইহা ঐ স্তরাংশ দেখিয়া ও প্যাচ বিশিষ্ট পায় S তিনটির সাহায্যে করা যায়।

(২) পরে প্লেটকে H এর উপর ঘুরাইতে হইবে যতক্ষণ না চুম্বক-সূচ নোজাহুজি খাড়াভাবে ঝুলে। এই অবস্থায় চুম্বকের বা খাড়াবৃত্ত V এর 'তল' চুম্বক যাম্যোত্তর তলে লম্ব হইল। কারণ এই স্থানের পৃথিবীর চুম্বক বলকে ভূ-সমান্তরাল ও খাড়া এই দুই ভাগে বিভক্ত করিলে ভূ-সমান্তরাল ভাগটি চুম্বকতলে লম্বভাবে থাকায় উহাকে ঘুরাইতে পারিতেছে না, কেবলমাত্র কীলকের উপর চুম্বকের চাপ বুদ্ধি ঘটাইতেছে এবং কেবলমাত্র খাড়া অংশটি থাকায় সূচটি খাড়াভাবে ঝুলিতেছে।

(৩) এখন প্লেটকে H এর উপর ৯০° ঘুরাইতে হইবে। তাহা হইলেই চুম্বকটি চুম্বক যাম্যোত্তর তলে আসিল।

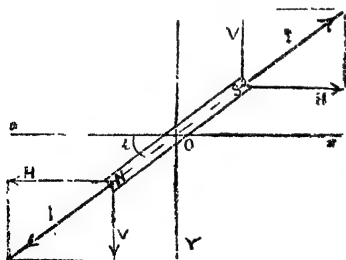
(৪) ঐ চুম্বকের নেরদণ্ড ও চুম্বকের কেন্দ্রে দিয়া ভূ-সমান্তরাল রেখার মধ্যস্থ 'কোণ'

অবনতি। এই ভূ-সমান্তরাল রেখার শেষ ভাগে  $V$  বৃত্তে  $O$  কোণ করে। সুতরাং চুম্বকের পোল ঐ বৃত্তে যে কোণ দর্শিত করে তাহাই অবনতি। এই কোণ অণুবীক্ষণ যন্ত্র  $M$  ও  $M'$  এর সাহায্যে দেখা যায়।

**বিভিন্ন স্থানের বিরাগ ও অবনতি :—** পূর্বে বলা হইয়াছে যে বিভিন্ন প্রদেশে ভিন্ন ভিন্ন বিরাগ ও অবনতি দৃষ্ট হয়। নিম্ন তালিকায় কতকগুলি দেশের বিরাগ ও অবনতি প্রদত্ত হইল :—

	বিরাগ			অবনতি		
গ্রীণউইচ	১৬°	২৬'	প	৬৭°	৬'	উ
লংকং	০°	১৬'	পূ	৩১°	২০'	উ
মেলবোর্ন	৮°	২৬'	পূ	৬৭°	২৫'	দ
পোল (অস্ট্রিয়া)	৯°	২০'	প	৬০°	১৩'	উ
ম্যানিলা (ফিলিপাইন)	০°	৫২'	পূ	১৬°	১১'	উ
ব্যারাকপুর (১৯১৪)	০°	৩২' ২"	পূ	৩০°	৫৮' ৯"	উ

**সম্পূর্ণ চুম্বক বল ও তাহার ভাগদ্বয় (Magnetic force and its components) :—** কোন স্থানে একটি চুম্বককে সর্বতোভাবে আলগা করিয়া রাখাইলে, চুম্বকটি ঐ স্থানে পৃথিবীর চুম্বক বল যেদিকে সেই দিক লইয়া অবস্থান করে। এই দিককে তত্রত্য “সম্পূর্ণ চুম্বকবল দিক” বলে। এই সম্পূর্ণ



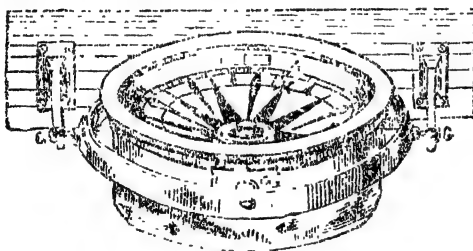
চিত্র—২৮

চুম্বক-বলকে যদি ভূ-সমান্তরাল ও খাড়া এই দুই দিকে ভাগ করা যায়, তবে ভূ-সমান্তরাল ভাগটি চুম্বককে চুম্বক বায়োটর-তলে লইয়া যায় ও খাড়া ভাগটি চুম্বককে অধোদিক হেলাইয়া দেয় এবং ইহাই অবনতির

কারণ। এখন যদি পৃথিবীর সম্পূর্ণ চুম্বক-বল হয় ‘ $I$ ’ এবং ইহার ভূ-সমান্তরাল ভাগ ‘ $H$ ’ ও খাড়া ভাগ ‘ $V$ ’ (চিত্র—২৮) হয়, তাহা

হইলে  $II = I \cos. i$ , ও  $V = I \sin. i$ । এই সম্পূর্ণ চুম্বক বল চুম্বক বিষুব দেশসমূহে সর্বাধিক কম হয়, কারণ ঐ স্থানগুলি ভূ-চুম্বকের মেরু হইতে সর্বাধিক দূরে এবং যত 'অক্ষ' বাড়িতে থাকে অর্থাৎ যত মেরুপ্রদেশের দিকে অগ্রসর হওয়া যায়, এই বল ততই বাড়িতে থাকে এবং ইহা চুম্বক মেরুপ্রদেশদ্বয়ে সর্বাধিক। চুম্বক মানচিত্রে সমবলের দেশসমূহকে যে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয় তাহাকে 'সদ-বল রেখা' বা আইসোডিনামিক লাইন ( Iso-dynamic line ) বলে।

নাবিকের দিগ্‌নির্ণয় যন্ত্র ( Mariner's Compass ) 'ভূ-চুম্বক' খোলা সমুদ্রের উপর দিগ্‌নির্ণয় কার্যে খুব সহায়তা করে। আমরা জানি যে একটি সূচ-চুম্বক উত্তর-দক্ষিণ মেরুর দিক লইয়া অবস্থান



চিত্র—২২

করে এবং বিরাগ মানচিত্রেও পাওয়া যায়, সুতরাং বুলায়মান চুম্বকের দিক ও তত্রত্য বিরাগ হইতে জাহাজের গন্তব্যাদিক ঠিক করা

হয়। নাবিকগণের এই বুলায়মান চুম্বকযন্ত্রকে 'দিগ্‌নির্ণয়যন্ত্র' বলে (চিত্র—২২)। ইহাতে একটি ৩২ ভাগে বিভক্ত বৃত্তাকার ডায়াল আছে (চিত্র—৩০)। এই বিভাগগুলি এইরূপে পাওয়া যায় :—

প্রথমতঃ বৃত্তটিকে কেন্দ্রে সমকোণ করিয়া চারি ভাগে ভাগ করিতে হইবে। এই রেখা গুলির শেষভাগে যথাক্রমে N, E, S, W এই চারি অক্ষর দ্বারা উত্তর পূর্ব, দক্ষিণ ও পশ্চিম দিক নির্দিষ্ট হয়। পরে প্রত্যেক রেখাদ্বয়ের মাঝখান দিয়া রেখা টানিয়া সমকোণ গুলিকে দ্বিগুণিত করিতে হইবে। এই রেখাগুলির টীমধ্যে যে N ও E এর মধ্যে থাকে তাহাকে N.E, যেটা E ও S এর মধ্যে

থাকে তাহাকে S,E, যেটা S ও W এর মধ্যে থাকে তাহাকে S,W ও যেটা W ও N এর মধ্যে থাকে তাহাকে N,W দ্বারা চিহ্নিত হয়। এই ভাবে বৃন্তটি ৮ ভাগে বিভক্ত হইল। পরে আবার প্রতি রেখাদ্বয়ের মধ্যস্থল দিয়া রেখা টানিয়া এই ৮টি কোণকে দ্বিখণ্ডিত করিয়া ১৬টি করিতে হইবে। ইহাতে ৮টি রেখার প্রয়োজন হইবে, N,E, S,E, S,W, ও N,W এই চারি রেখার প্রত্যেকের দুইদিকে দুইটি করিয়া। তন্মধ্যে যেটা N, E রেখার N দিকে পড়ে, তাহাকে N,N,E, যেটা E এর দিকে পড়িবে তাহাকে E,N,E এই ভাবে N,E, S ও W এই চারিটিকে গোড়ায় চিত্রিত করিতে হয়। সর্ব শেষে এই ১৬টি কোণকে দ্বিখণ্ডিত করিয়া ৩২টি করিতে হইবে। ইহাতে ১৬টি রেখার প্রয়োজন হইবে। ইহাদিগকে চিহ্নিত করিতে হইলে কোন রেখা যে রেখাদ্বয়ের মধ্যে পড়ে তন্মধ্যে যেটা পূর্বপ্রাপ্ত তাহাকে লইতে হয় (যথা N ও N,N,E র মধ্যে পড়িলে N কে লইতে হইবে, N,E ও N.N,E বা E.N. E এর মধ্যে পড়িলে NE কে লইতে হইবে) ও তাহার N,E,S,W এই চারিদিকের মধ্যে যে দিকে পড়ে সেই দিকটি লইতে হয় ও ইহাদের মাঝে b এই অক্ষরটি লিখিত হয়, যথা—

N ও N.N.E মধ্যস্থ রেখা N.b.N দ্বারা চিহ্নিত হয়

N,E, ও E,N,E " " N.E.b.E " " "

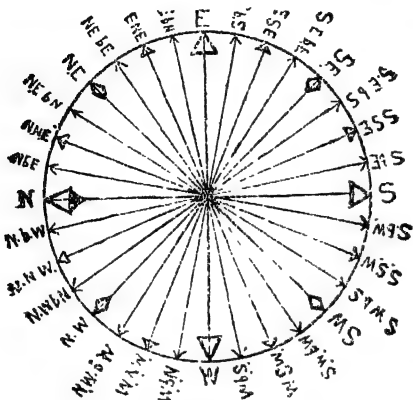
E ও E.S.E " " E.b.S " " "

SW ও W.S.W " " S.W.b.W " " "

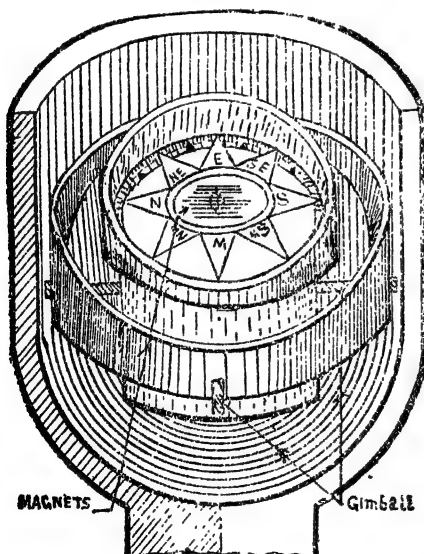
N.W. ও W.N.W " " N.W.b.W " " "

এইভাবে প্রস্তুত ডায়ালের কেন্দ্র হইতে নিম্নদিকে চুষক-সূচটি ঝুলান থাকে সূচটি সচরাচর একটি চুষকে প্রস্তুত না হইয়া চুষকে পরিণত কতকগুলি ঘড়ির প্রিংএর সমাহার যাহা লম্বভাবে থাকে। ৩১ চিত্রে ইহার সমান্তরালরেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। সূচসহ ডায়ালটি একটি কাঁচ বিশিষ্ট বাজের মধ্যে আবদ্ধ থাকে, জাহাজ ছলিবার সময় যাহাতে বাজটি ভূ-সমান্তরাল থাকিতে পারে তজ্জন্তু বাজটি একজোড়া আড়কী-লকে বসান আছে। এই আড় কীলককে গিম্বল (Gimbal) বলে। ইহা সমকোণে সম্মিলিত দুইটি কীলকে গঠিত। এই দিগনির্ণয় যন্ত্রের ছেদিত চিত্রদেওয়া হইল(চিত্র—৩১)।

করেকটি কারণ বশতঃ এই যন্ত্র দ্বারা ভুল দিক দর্শিত হইতে পারে, যথা :—



চিত্র—৩০



চিত্র—৩১

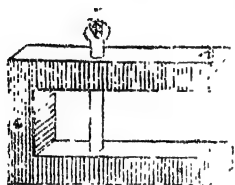
(১) জাহাজ গঠন কালে লৌহময় অংশ হাড়ুড়ীর আঘাত দ্বারা চুম্বকীভূত হয়—এই চুম্বকগুলি দ্বারা 'দিগ্‌নির্ণয় যন্ত্রের উপর যে ফল হয় তাকে সেমিসার্কুলার এরর (Semi-circular error) বলে। এই ফল নষ্ট করিবার নিমিত্ত ৭৮ চুম্বকের নিয়ে লম্বালম্বি ভাবে একটি স্থায়ী চুম্বক স্থাপিত কন' থাকে।

(২) জাহাজকে ভাসাইবার সময় ভূ-চুম্বক দ্বারা সম্ভবন হেতু নরম লৌহময় অংশগুলি চুম্বকীভূত হইয়া যে কুফল ঘটায় তাহাকে কোয়ার্ট্যান্টাল এরর (Quadrantal error) বলে। ইহা রদ করিতে হইলে যন্ত্রটির চতুর্দিকে আড়া জাড়ি ভাবে কতকগুলি নরম লৌহখণ্ড বা চুম্বক রাখা হয়।

(৩) লৌহময় মাল বোঝাই করিলে যে কুফল ফলে তাহাকে কার্গো এরর (Cargo error) বলে

(৪) তরঙ্গের সহিত জাহাজের শোলন হেতু যে কুফল হয় তাহাকে হেলিং এরর (Heeling error) বলে। ইহা রদ করিতে হইলে চুম্বক-সূচের টিক নিয়ে খাড়া ভাবে কতকগুলি চুম্বক রাখা হয়।

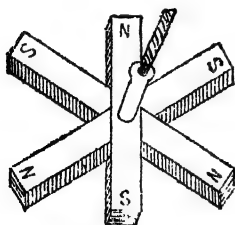
**অস্থিতিপ্রবণ সূচ ( Astatic Needle )**—অনেক সময় একরূপ চুম্বকের প্রয়োজন হয় যাহা ভূ-চুম্বকত্বের দ্বারা বিচলিত হইবে না। তাহাকে অস্থিতি-প্রবণ চুম্বক অথবা ‘এস্ট্যাটিক ম্যাগনেট’ ( Astatic Magnet ) বলে। ইহাতে চুম্বককে একরূপ ভাবে সাজান হয় যে উহার একই দিকে ভূ-চুম্বকের সম পরিমাণে বিপরীত ফল হয়। যথা ;— একটি চুম্বককে যদি ৩২ চিত্রে দর্শিত ভাবে বঁকান হয়, তবে উহার একই দিকে মেরুদ্বয় থাকায় উহার একই দিকে পৃথিবীর ফল সম



চিত্র—৩২



চিত্র—৩৩



চিত্র—৩৪

পরিমাণে বিপরীত দিকে হইবে, সুতরাং উহা আর ঘুরিয়া বাইবে না, যে কোন অবস্থায় অবস্থান করিতে সক্ষম হইবে।

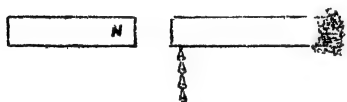
‘নোবিলি’ নামক একজন বিজ্ঞানবিদ সম তেজের সম আকৃতির চুম্বকের বিপরীত পোল একদিকে করিয়া খাটাইয়া ‘অস্থিতি প্রবণ’ চুম্বক প্রস্তুত করেন। ইহাকে নোবিলির ‘এস্ট্যাটিক পেয়ার’ ( Pair ) বলে। ইহাতে একটি চুম্বকের উপর পৃথিবীর যে ফল হয়, অপরটির উপর বিপরীত ফল হয়, সুতরাং উভয়ের ফল মিলিত হইয়া উভয়েই নষ্ট হইয়া যায়। অপর একপ্রকারে অস্থিতি প্রবণ চুম্বক হস্তে পারে। ইহাতে কতকগুলি সমতেজের সম-আকৃতির চুম্বককে মাঝখানে একরূপভাবে আবদ্ধ করা হইয়াছে যেন তাহাদের পরস্পরের বিপরীত মেরুগুলি

সন্নিহিত থাকে এবং তাহাদের মধ্যস্থ কোণগুলি সব সমান হয়।

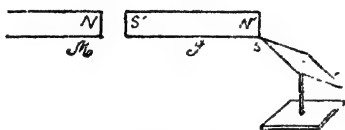


## দ্বিতীয় পরিচয় ।

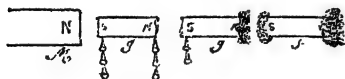
**সম্ভাবন বা ইণ্ডাকসন ( Induction )** :—‘চুম্বকের সান্নিধ্য হেতু লৌহের চুম্বকত্ব-প্রাপ্তিকে চুম্বক-সম্ভাবন বলে’ । যদি একটি চুম্বকের মেরুর নিকট লৌহখণ্ড রাখা যায় (১) লৌহটি লৌহচুম্র প্রভৃতি চুম্বক পদার্থকে আকর্ষণ করিতে সক্ষম হয়(চিত্র ৩৫), (২) এবং একটি



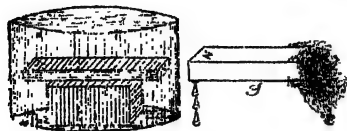
চিত্র—৩৫



চিত্র—৩৬



চিত্র—৩৭



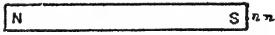
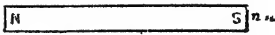
চিত্র—৩৮

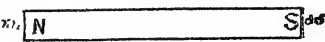
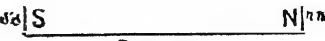
চুম্বক-সূচ দ্বারা পরীক্ষা করিলে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে লৌহের যে শেষাংশটি চুম্বক মেরুর নিকটে তাহা বিপরীত মেরুত্ব ও যেটি মেরু হইতে দূরে তাহা অস্বরূপ মেরুত্ব প্রাপ্ত হয়, (চিত্র ৩৬) এবং আরও দৃষ্ট হইবে যে এই চুম্বক সম্ভাবন, সম্ভাবিতে চুম্বক দ্বারা তৎসন্নিহিত অল্প লৌহে এবং এই লৌহ হইতে তৎপরবর্তী অপর লৌহে, এইভাবে পর পর অনেক লৌহে হইতে পারে (চিত্র ৩৭)। আর কাঁচ বা কাগজ প্রভৃতি বস্তু দ্বারা নিশ্চিত জায়ের মধ্যে চুম্বকটিকে স্থাপন করিয়া পরীক্ষা করিলে দেখা

যায় যে বাহিরে সম্ভাবন কার্য সাধিত হয়, (চিত্র—৩৮) ।

**সম্ভাবন আকর্ষণের কারণ** (Attraction is due to Induction) :—চুম্বক দ্রব্যের প্রতি চুম্বকের আকর্ষণের হেতু “সম্ভাবন” । সম্ভাবিত অনুরূপ মেরু অপেক্ষা সম্ভাবিত বিপরীত মেরু সম্ভাবক মেরুর নিকটবর্তী বলিয়া বিপরীত মেরুদ্বয়ের আকর্ষণ বল অনুরূপ মেরুদ্বয়ের নিক্ষেপণ বল অপেক্ষা অধিক । সুতরাং আকর্ষণ পরিলক্ষিত হয় ।

**স্থায়ী ও ক্ষণিক চুম্বক ও রক্ষণ ক্ষমতা** (Permanent and temporary magnet and Retaintivity):—ষ্টিলের মধ্যে চুম্বকত্ব স্থায়ীভাবে সম্ভাবিত হয় কিন্তু নরম লৌহের ( soft-iron ) মধ্যে উহা ক্ষণিক ভাবে সম্ভাবিত হয় অর্থাৎ সম্ভাবক মেরু যতক্ষণ উহার সমীপে থাকে ততক্ষণ উহার চুম্বকত্ব থাকে । অর্থাৎ ষ্টিলের রক্ষণ ক্ষমতা বা ( retaintivity ) খুব বেশী এবং নরম লৌহের রক্ষণ-ক্ষমতা প্রায় নাই বলিলেই হয় । এই রক্ষণ-ক্ষমতা ষ্টিলের কঠিনতার উপর নির্ভর করে এবং স্থায়ী চুম্বকের জগু ( কড়া পাইনের ) টাংস্টেন ষ্টিলই ( glass hardened tungsten steel ) প্রশস্ত ।

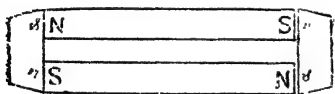
**হানিকর সম্ভাবন** ( Harmful induction ) :—হুইট চুম্বকের অনুরূপ মেরুদ্বয় একই দিকে রাখিয়া স্থাপন করিলে প্রত্যেক মেরু হইতে সম্ভাবন দ্বারা অপর চুম্বকের নিজস্ব মেরু গুলির স্থানে যথাক্রমে বিপরীত মেরু সম্ভাবিত হইবে  (চিত্র-৩৯) । সুতরাং মেরুগুলির তেজ  চিত্র—৩৯

দ্বয় সাধারণ লৌহে পরিণত হইবে ।   চিত্র—৪০

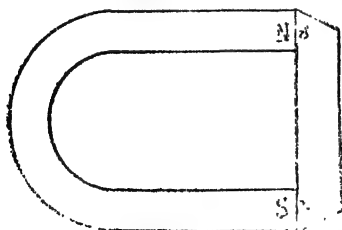
এরূপ সম্ভাবন ক্রিয়াকে হানিকর সম্ভাবন বলে । কিন্তু যদি বিপরীত মেরুদ্বয়কে একই দিকে রাখিয়া স্থাপন করা যায় তাহা হইলে প্রত্যেক মেরু দ্বারা সম্ভাবন হেতু অপর চুম্বকের নিজস্ব মেরুগুলির স্থানে

যথাক্রমে অম্লরূপ মেরু সম্ভাবিত হইবে (চিত্র—৪০)। সুতরাং এরূপভাবে রাখিলে চুম্বকের তেজ কখনও কমিতে পারে না। চিত্রে N ও S দ্বারা আদিম মেরু এবং n ও s দ্বারা সম্ভাবিত মেরু নির্দিষ্ট হইয়াছে।

**মেরু খণ্ড, রক্ষক বা সংযোজক (Pole Piece, keeper or armature) :—**চুম্বক হইতে নির্গত হইয়া বায়ুর মধ্য দিয়া গমন কালে চুম্বক বলের তেজ কমিয়া যায়। কিন্তু যদি বায়ুর মধ্য দিয়া না যাইয়া কোন চুম্বক পদার্থের (যেমন লৌহের) মধ্য দিয়া যায় তাহা হইলে তেজ কমে না। এইজন্য চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয়কে সচরাচর নরম লৌহখণ্ড দ্বারা সংযোজিত করিয়া রাখা হয়। তাহাতে চুম্বকের তেজ আদৌ কমিবার সম্ভাবনা থাকে না। এরূপ লৌহখণ্ডকে মেরুখণ্ড (pole piece) বা রক্ষক (keeper) অথবা সংযোজক (armature) বলে। দণ্ড-চুম্বকের বেলায় দুইটি চুম্বক লইয়া দুইটি লৌহখণ্ড দ্বারা তাহাদের বিপরীত মেরুদ্বয়কে দুই দিকে সংযোগ



চিত্র—৪১



চিত্র—৪২

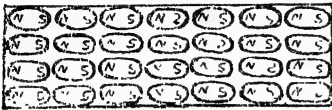
করিতে হয় (চিত্র-৪১)। অশুদ্ধাকার চুম্বক হইলে তাহার মেরুদ্বয় একইদিকে বলিয়া একখণ্ড লৌহ হইলেই চলে।

**চুম্বকত্বের অনুমান (Theory of magnetism) :—**

(১) **আণবিক অনুমান (Molecular theory) :—**

লৌহের অল্প পরমাণুগুলি নিজে-রাই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বক। সাধারণ লৌহে চুম্বকত্ব দৃষ্ট না হইবার কারণ এই যে, এই অল্প পরমাণুগুলি এরূপ এলোমেলো ভাবে সাজাইয়া থাকে যে কতকগুলির কার্যাবলী অল্প কতকগুলির বিপরীত কার্যাবলীর দ্বারা নষ্ট হইয়া যায়। যদি তাহাদিগকে

একপভাবে সাজান হয় যে সমস্ত বা অধিকাংশ N মেরু একদিকে ফিরিয়া থাকে, তাহা হইলে সমস্ত বা অধিকাংশ S মেরু বিপরীত দিকে



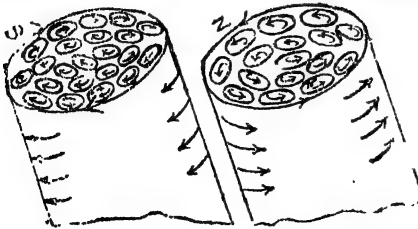
চিত্র—৪৩, ৪৪



চিত্র—৪৫

বিপরীত মেরু পাওয়া যাইবে। সাদা ও কাল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।

(২) বৈদ্যুতিক অনুমান (Electrical theory) :—  
আমপেয়ার কর্তৃক আরও সমুচিত ব্যাখ্যা প্রদত্ত হইয়াছে। তাঁহার মতানুযায়ী প্রত্যেক অল্পর উপর দিয়া বৃত্তাকারে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতেছে। 'চুম্বকীভবনের' পূর্বে এই অল্পগুলি একরূপ এলোমেলোভাবে সজ্জিত থাকে যে, এক এর প্রবাহ সম্মিলিত অপরের প্রবাহের বিপরীত।



চিত্র—৪৬

চিত্র—৪৭

সজ্জিত হয় যে প্রবাহ-গুলি সব একই দিকে সমান্তরাল ভাবে বহিতে থাকে। প্রবাহগুলি

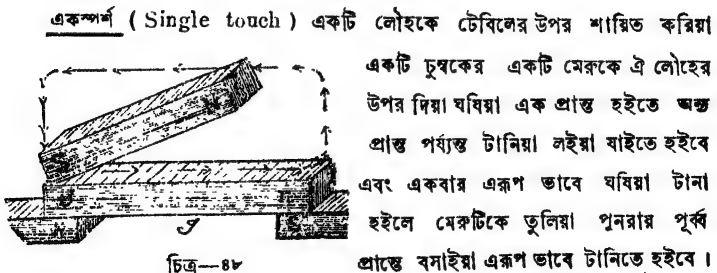
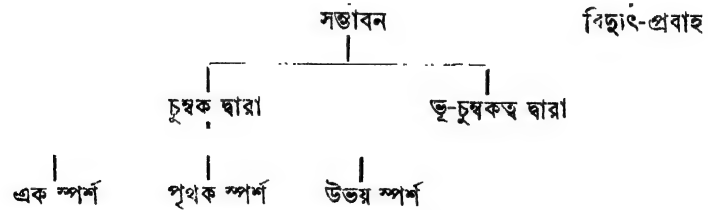
ফিরিয়া থাকিবে এবং লৌহটি চুম্বকে পরিণত হইবে। যেদিকে যে মেরুগুলি ফিরিয়া থাকে সেই শেষভাগে সেই মেরু লক্ষিত হইবে। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে এক মেরু বিশিষ্ট চুম্বক হয় না। তাহার কারণ এই যে, অল্প পরমাণু অখণ্ডনীয়, সুতরাং যে কোন স্থানেই চুম্বককে খণ্ডিত করা যাইবে না কেন (চিত্র—৪৫) প্রত্যেক খণ্ড চুম্বকের দুই শেষভাগে দুইটি

সুতরাং প্রবাহ হেতু চুম্বক ফলগুলি উল্টাপাল্টা হয় বলিয়া তাহা বাহিরে দৃষ্ট হয় না। চুম্বক-করণ কালে অল্পগুলি একপভাবে

সজ্জিত হয় যে প্রবাহ-

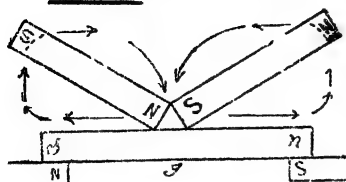
যতই সমান্তরাল হইতে থাকিবে, চুম্বকত্বের ততই পুষ্টিসাধন হইবে। অবশ্য প্রবাহের দিক আমাদের লক্ষ্য করিবার দিকের উপর নির্ভর করে। যদি S মেরুর দিক হইতে দেখা যায় তাহা হইলে ঘড়ির কাঁটা যেদিকে ঘুরে প্রবাহ সেই ভাবে বহিতেছে, আর যদি N মেরুর দিক হইতে লক্ষ্য করা যায় তাহা হইলে তাহার বিপরীত দিকে বহিতেছে বা ঘুরিতেছে। N ও S নির্দেশ করিতেছে। বহুমান বিদ্যুতে প্রবাহের “চুম্বক ফল” পাঠ করিলে এ বিষয়ের বিশেষ জ্ঞান হইবে। বলা বাহুল্য আনবিক প্রবাহের সমষ্টি গাত্র-প্রবাহ।

### চুম্বক-করণ পদ্ধতি (Magnetisation)



লৌহটির এক পিঠের উপর বার কতক একরূপ করিতে হইবে। মেরুটি গোহের যে প্রান্তকে শেষ স্পর্শ করে তথায় বিপরীত মেরু সৃষ্টি হয়।

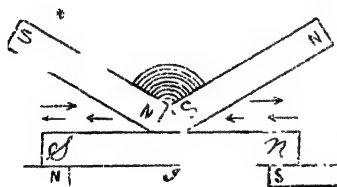
**পৃথক স্পর্শ (Separate touch) :**—টেবিলের উপর শায়িত লৌহের মধ্যস্থলে দুইটি



চিত্র—৪৯

চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয় বসাইয়া লৌহের উপর দিয়া ঘষিয়া দুই প্রান্তের দিকে মেরু দুইটিকে পৃথক করিয়া টানিয়া লইয়া বাইতে হইবে; পরে লৌহের শেষভাগদ্বয়ে উপস্থিত হইলে মেরুদ্বয়কে একস্পর্শের মত তুলিয়া পুনরায় লৌহের মধ্যস্থলে বসাইয়া এইরূপে টানিতে হইবে। এক পিঠের উপর বারকতক একরূপ করিয়া লৌহটিকে উল্টাইয়া উল্টাপিঠে একরূপ করিতে হইবে। সাবধান যেন একই শেষভাগদিকে একই মেরু সব সময় টানা হয়। এইরূপ করিলে লৌহটি চুম্বক হইবে এবং একস্পর্শের মত যে মেরু যে প্রান্তকে শেষ স্পর্শ করে তথায় বিপরীত মেরু দৃষ্ট হইবে।

**উভয় স্পর্শ (Double Touch) :**—



চিত্র—৫০

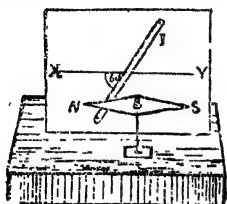
টেবিলের উপর শায়িত লৌহটির যে কোন স্থানে দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয় একসঙ্গে বসাইয়া তাহাদিগকে পৃথক না করিয়া লৌহটির উপর দিয়া ঘষিয়া একবার এক প্রান্ত পর্যন্ত, পরবারে উ-টাটিকে অল্প প্রান্ত পর্যন্ত এইরূপে বারকতক টানিতে

হইবে। পরে লৌহটিকে উল্টাইয়া উল্টা পিঠে বারকতক এইরূপ করিলেই লৌহটি চুম্বকে পরিণত হইবে। সাবধান যেন লৌহটির একই প্রান্তে একই মেরু সর্ব সময় থাকে। যে মেরু যে প্রান্তে থাকে সেই প্রান্তে বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়।

**দ্রষ্টব্য—** চুম্বক করণে চুম্বকমেরুকে লৌহের উপর ঘষিতে হইবে কি লৌহকে ঘষিতে হইবে তাহা স্থবিধা সাপেক্ষ। যথা—বিদ্যুৎ প্রবাহ জনিত চুম্বক (Electro-magnet) সাহায্যে চুম্বক করণে চুম্বককে নড়ন চড়ন কষ্টসাধ্য বলিয়া সচরাচর লৌহকে চুম্বক মেরুর উপর ঘষা হয়। আর লৌহকে কেবল টেবিলের উপর শায়িত না করিয়া দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয়ের উপর শায়িত করিলে চুম্বক করণ কাব্য খুব সরল হইয়া যায়। তবে লক্ষ্য রাখা কর্তব্য যে লৌহের যে প্রান্তে যে রূপ মেরু টানা হইবে সেই প্রান্তটি যেন সেরূপ মেরুর উপর শায়িত হয়।

**ভূ-চুম্বক দ্বারা (By earth's induction) :**—একটি

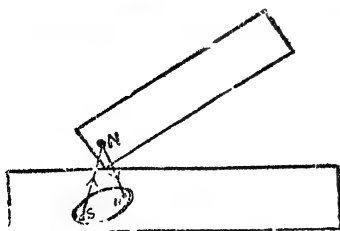
লৌহকে সম্পূর্ণ চুম্বক-বলদিকে রাখিয়া আস্তে আস্তে হাতুড়ির ঘা দিলে ঐ লৌহ চুম্বকে পরিণত হয়। এইভাবে অনেক সময় পেটা



চিত্র—৫১

পেরেক ইত্যাদি প্রস্তুত কালে চুম্বক হইয়া যায়। (N. B.) ম্যাগনেটো প্রভৃতির অশুদ্ধরাকৃতি চুম্বক বৈদ্যুতিক চুম্বক দ্বারা চুম্বক করণ বিধি ঠিক এইরূপ। অশুদ্ধরাকৃতি চুম্বকের শেষভাগদ্বয় বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ে রক্ষিত হয়, পরে উহাশ্বে উহার শেষভাগদ্বয়ের একবার এক-দিকে, পরে অত্রদিকে একটু একটু কাৎ করিয়া ছাড়িয়া দেওয়া হয় বাহাতে ক্রতি বার উহা মেরুদ্বয় দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া সঙ্গোরে তাহাদের উপর পড়ে ও সেই আঘাতে অনু পরমাণুগুলির কম্পন হয় এবং উহারা সহজে সজ্জিত হয়। চুম্বককরণের পর তাড়িং বা বিদ্যুৎ প্রবাহ চুম্বক হইতে তুলিয়া লইবার পূর্বে হইতেই অশুদ্ধ-চুম্বকের শেষভাগদ্বয় মেরুখণ্ড দ্বারা সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয় ও যতক্ষণ কোন আর্মেচার দেওয়া না যায় ততক্ষণ উহাকে মেরুখণ্ড হইতে সরান হয় না (চিত্র—৫৪)।

উল্লিখিত চারি প্রকার চুম্বক-করণের মূল কারণ চুম্বকর, বৈদ্যুতিক চুম্বকের বা ভূ-চুম্বকের চুম্বকত্বের দ্বারা সম্ভাবন। সম্ভাবন দ্বারা লৌহের অনু পরমাণুগুলি এরূপ ভাবে সজ্জিত হয় যে সমস্ত বা অধিকাংশ



চিত্র—৫২

সাধিত হয়। এই ক্রিয়ার সময় লৌহকে আস্তে আস্তে ঘা

N-মেরু একদিকে ফিরিয়া যায় ও সমস্ত বা অধিকাংশ S-মেরু বিপরীত দিকে ফিরিয়া যায়। এই কার্য্য চুম্বককারী চুম্বকের মেরু ও লৌহের অনু পরমাণু মেরুগুলির মধ্যে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ দ্বারা

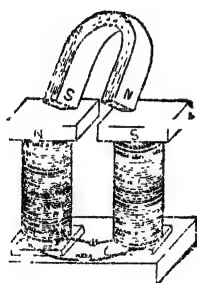
মারিলে অল্প পরমাত্মগুলির কম্পন হয় ও সেই অবস্থায়, উহার সহজে ঘুরিয়া মেরু হিসাবে সাজাইয়া যাইতে সক্ষম হয়। এই চুম্বককরণে সাবধান হইতে হইবে যেন স্থায়ী চুম্বকের ষ্টিলে কোন প্রকারে জোরে আঘাত না লাগে, কারণ উহার পাইন এত কড়া যে উহা কাঁচের ধাতের ত্রায় ভঙ্গুর, সুতরাং ভাঙ্গিয়া যাইবার বিশেষ সম্ভাবনা।

**বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা চুম্বককরণ** (Magnetisation by Electric current):—একটি লৌহকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বহনকারী রোপিত (Insulated) তারের গুটির (Coil) মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা (দুই শেষভাগে) দুই মেরুবিশিষ্ট চুম্বকে পরিণত হয় (চিত্র—৫০)।



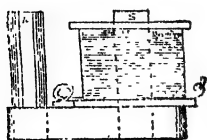
চিত্র—৫০

এই তাড়ৎ চুম্বকের তেজ প্রবাহের তেজের উপর, গুটির পাকসংখ্যা ও লৌহের আকৃতি প্রকৃতির উপর



চিত্র—৫১

নির্ভর করে ইহা পরে বলা হইতেছে। বৈদ্যুতিক চুম্বকের অশঙ্কুরাকৃতি নরম লৌহটি সচরাচর একটি ভারী ভিত্তিতে আবদ্ধ থাকে। এই লৌহের দুই দিকের দুই বাহুতে দুইটি ‘রোপিততারের’ গুটিবিশিষ্ট বিদ্যুৎরোপিত কাঠিম পরাইয়া দেওয়া হয়। এই কাঠিমদ্বয়ে তার এরূপভাবে জড়ান ও সংযুক্ত থাকে যে উপর হইতে দেখিলে, একটি গুটিতে প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার দিকে ও অপরটিতে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে (বিদ্যুৎ চালনা করিলে) প্রবাহিত হইতে দেখায়। বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়, প্রবাহ ঘূর্ণনের দিকের উপর নির্ভর করে। বহমান বিদ্যুতে প্রবাহের চুম্বকগুণাবলী পাঠ করিলে দেখা যায় যে মেরুর দিক হইতে যে কয়েলটিতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে

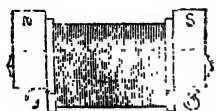


চিত্র—৫২

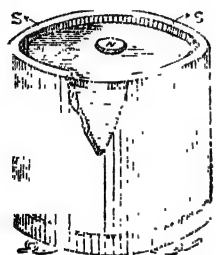
যে মেরুর দিক হইতে যে কয়েলটিতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে



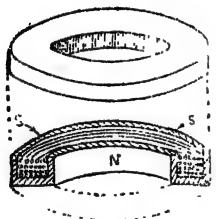
ঘুরিতে দৃষ্ট হইবে তদ্বারা S মেরু ও যে কয়েলটিতে প্রবাহ তাহার বিপরীত দিকে দৃষ্ট হইবে তদ্বারা N মেরু সৃষ্ট হইবে। কতকগুলি বিভিন্ন প্রকারের



চিত্র—৫৬



চিত্র—৫৭



চিত্র—৫৮

বৈদ্যুতিক চুম্বকের চিত্র দেওয়া হইল :—

বৈদ্যুতিক চুম্বকের নিয়ম (Laws of Electro-Magnet):—(১) বৈদ্যুতিক চুম্বকের

তেজ উহার প্রবাহের তেজের অনুরূপ (২)

বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ গুটির পাকসংখ্যার

অনুরূপ অর্থাৎ এই উভয় নিয়ম একত্র করিলে

বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ আমপেয়ার পাকের

অনুরূপ, (৩) বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ লৌহের

ধাতের উপর নির্ভর করে। যথা ;—নরম

লৌহের তেজ খুব অধিক হয়, কিন্তু প্রবাহ

বন্ধের সহিত চুম্বকত্বও নষ্ট হইয়া যায়, আবার

ইস্পাতে যদিও চুম্বকত্বের তেজ খুব বেশী হয় না,

কিন্তু প্রবাহ বন্ধ হইলেই অধিকাংশ চুম্বকত্ব পরেও

থাকে—যদি প্রবাহের তেজ ঠিক থাকে।

(৪) বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ গুটির তারের

পদার্থের উপর বা উহার ব্যাসের উপর নির্ভর

করে না।

চুম্বকত্ব নাশ (Destruction of Magnetism):—

(১) সম্ভাবন দ্বারা (ক) কোন চুম্বক মেরুর দ্বারা (খ) ভূ-চুম্বকদ্বারা, যথা—

উত্তরমেরু প্রদেশে যদি চুম্বকের দক্ষিণ অন্বেষণকারী মেরুকে নিম্নে রাখা

যায় বা দক্ষিণমেরু প্রদেশে যদি উত্তর অন্বেষণকারী মেরুকে নিম্নে রাখা

যায়। এই সকল স্থলে আদিম মেরুর বিপরীত মেরু সম্ভাবিত হয় ও

তদ্বারা চুম্বক তেজ হ্রাস বা ধ্বংস হয়।

(২) চূর্ণাবহার, —ষেচ্ছায় বা আকর্ষিক—বাহাতে অনু পরমাণুগুলির কম্পন হইতে পারে।

(৩) চুম্বকে লোহিত তণ্ড করিলে—

(৪) চুম্বকে মোচড়াইলে—

**চুম্বক-করণের ফল (Effects of Magnetisation) :—**

(১) লৌহ বা ইস্পাতকে চুম্বক করিলে উহা দৈর্ঘ্যে সামান্য বাড়িয়া যায়। এই বৃদ্ধি অত্যন্ত অল্প। সম্পূর্ণ ভাবে চুম্বক করিলেও এই বৃদ্ধি পূর্বের দৈর্ঘ্যের মাত্র  $\frac{১}{১০০০}$  ভাগ। উত্তপ্ত হইলে যেমন বস্তুর আয়তন বাড়ে, চুম্বক-করণ কালে কিন্তু সেরূপ হয় না, উহার দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে স্থূলতা কমে। এই দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির কারণ এই যে অনুগুলির আকার ঠিক গোলাকার নহে, কমলালেবুর মত একদিকের ব্যাস অপরদিকের ব্যাস অপেক্ষা ঈষৎ বড় এবং অনুর মেরুদ্বয় এই বৃহৎ ব্যাসে স্থিত। সুতরাং, চুম্বকীভবন কালে এই বৃহৎ ব্যাসগুলি দৈর্ঘ্যের দিকে সঙ্জ্ঞিত হয় বলিয়া চুম্বকের দৈর্ঘ্য বাড়ে ও স্থূলতা কিছু কমে।

(২) চুম্বকীভবন ও চুম্বক নাশের সময় চুম্বকপদার্থে ঈষৎ টিক্ টিক্ শব্দ হয়।

(৩) যখন লৌহদণ্ডে দ্রুত চুম্বকীভবন ও চুম্বক নাশ হয়, তখন উহা উত্তপ্ত হইয়া উঠে। ইহা হইতে অনুমান হয় যে চুম্বকীভবন কালে চুম্বক পদার্থের অনুগুলির মধ্যে ঘর্ষণ হয়।

(৪) চুম্বকীভবন কালে বক্র দণ্ড সোজা হইবার চেষ্টা করে।

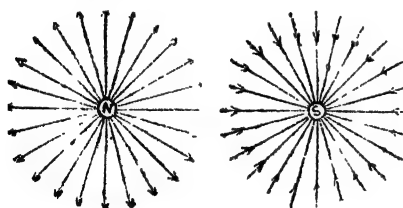
**চুম্বক বল-রেখা ও রাজ্য (Magnetic lines of force and Field of force) :—** **বল-রেখা (Lines of force) :—**

একটি মেরু, লৌহকে বা বিপরীত মেরুকে আকর্ষণ করে ও অনুরূপ মেরুকে নিক্ষেপ করে। এই আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বল মেরু তেজের গুণ ফলের অনুরূপ ও তাহাদের ব্যবধানের বর্গের বিক্রপ। এ বিষয়ের কিছু কারণ দেখাইবার জন্ত ধরিয়া লওয়া হয় মেরুগুলি “বলরেখা” নামীয়

কতকগুলি রেখার উৎপত্তি বা সন্ধিস্থান বাতীত আর কিছুই নহে এবং এই বলরেখা গুলিতে যথোপযুক্ত গুণ আরোপ করিয়া উল্লিখিত ঘটনা গুলির সামঞ্জস্য করা হয়। বলরেখার অস্তিত্ব সম্বন্ধে বাস্তবিক কিছু সত্য আছে কিনা তাহা জানা নাই, তবে বিদ্যুতের সহিত চুম্বকের সম্বন্ধকে সহজে বুঝিতে গেলে এইরূপ ধারণা করিয়া লইতে হয়।

**বলরাজ্য (Field of force) :**—চুম্বকের চারিদিকে যেস্থানে চুম্বকবল অর্থাৎ বলরেখা আছে তাহাকে চুম্বক-বলরাজ্য বলে। এই বলরাজ্যে প্রত্যেক স্থানের চুম্বকবল দূরত্বের উপর (বিক্রমবগ অনুযায়ী) নির্ভর করে ও ঐ চুম্বক বলের দিক বলরেখার দিক দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। যেহেতু বলরেখাগুলি সব বক্ররেখা, কোন বিন্দুতে চুম্বক বলের দিক ঐ বিন্দুতে বলরেখার "স্পর্শক" দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। বলরেখাতে এই গুণদ্বয় আরোপ করা হয় (১) ইহার সঙ্কোচনশীল অর্থাৎ বদ্ধিত রবারের সূতার মত কৌচকাইয়া ছোট হইবার চেষ্টা করে; (২) ইহার পরস্পরকে নিক্ষেপ করে (অতএব দুইটি রেখা মিলিতে পারে না)।

এহা স্বীকৃত হয় যে N-মেরু বলরেখার উৎপত্তিস্থান ও S-মেরু উহাদের



চিত্র—৫২

চিত্র—৫৩

সন্ধিস্থল, সূতরাং তাহাদিগকে একাকীভাবে আঁকিলে (চিত্র ৫২-৫৩) অনুরূপ হইবে।

**একাকী মেরুর রাজ্য (Field due to isolated poles) :**—

যেহেতু বলরেখারা পরস্পরকে নিক্ষেপ করে, তাহার কোন একটি মেরু হইতে—বেঙ্গ হইতে বৃত্তের ব্যাসার্ধবৎ—চতুর্দিকে সমভাবে ছড়াইয়া পড়িবে। সূতরাং যদি তীরের দ্বারা বলরেখার দিক নির্দেশ করা যায় তাহা হইলে চিত্র ৫২ অনুযায়ী একাকী N বা চিত্র ৫৩

অনুযায়ী  $S$  মেরু নির্দিষ্ট হইবে। যেহেতু  $N$ -মেরুকে বলরেখার উৎপত্তি স্থান ধরা হয়, ৫৯ চিত্রে বলরেখাগুলি যেন উহা হইতে নির্গত হইয়া চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়িতেছে। আর  $S$ -মেরুকে বলরেখার সন্ধিস্থল ধরা হয় বলিয়া ৬০ চিত্রে বলরেখাগুলি যেন চতুর্দিক হইতে আসিয়া ঐ মেরুতে নিহিত হইতেছে।

**মেরুর বলরেখা সংখ্যা:**—ইহা মেরুর তেজের উপর নির্ভর করে। একক বর্গ পরিমিত তলের উপর একক বলের পরিবর্তে লম্বভাবে একটি করিয়া বলরেখা ধরা হয়। অতএব এখন যদি  $M$  তেজের একটি মেরুকে একক ব্যাসার্ধ (১ সেটিমিটার) গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত অনুমান করা যায়, তাহা হইলে যেহেতু ঐ গোলকের তলের প্রতি বিন্দু, মেরু হইতে একক ব্যবধানে স্থিত, ইহার প্রতি একক বর্গ পরিমিত তলের উপর  $M$  বল হইবে। সুতরাং প্রতি একক বর্গ পরিমিত তলের মধ্য দিয়া  $M$  সংখ্যক বলরেখা যাইতেছে, কিন্তু গোলকটির তলের সমস্ত বর্গ পরিমাণ  $4\pi$  ( $4\pi r^2$  হইতে, কারণ  $r=1$ ), অতএব গোলকটির সমস্ত তলের মধ্য দিয়া অর্থাৎ মেরুর চতুর্দিকে  $4\pi M$  সংখ্যক বলরেখা বিস্তৃত হইতেছে।

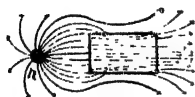
(১) তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা মেরু-তেজের অনুরূপ:— উপরে প্রমাণ হইয়াছে যে,  $M$  তেজের মেরুর বলরেখার সংখ্যা  $4\pi M$ , সুতরাং বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুরূপ হইবে। অতএব কোন তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুরূপ হইবে।

(২) তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা ব্যবধানের বর্গের বিপরীত:— ধরা যাউক যেন একটি একক বর্গ পরিমিত তল  $M$  তেজের মেরু হইতে  $D$  দূরত্বে বল রেখার সহিত সমকোণ করিয়া বসান হইয়াছে। ইহাতে অনুমান করিতে হইবে যেন তলটি  $D$  ব্যাসার্ধ গোলকের

অংশ ও মেরুটি গোলকের কেন্দ্রে স্থিত। যেহেতু মেরুটির সমস্ত বলরেখার সংখ্যা  $4\pi M$  ও গোলকটির সমস্ত তলের বিস্তৃতি  $4\pi D^2$ , এই  $4\pi M$  বলরেখা  $4\pi D^2$  বিস্তৃতির উপর সমভাবে ছড়াইয়া পড়িতেছে। সুতরাং  $D$  দূরত্বে স্থিত একক পরিমিত বিস্তৃতির উপর  $\frac{4\pi M}{4\pi D^2}$  সংখ্যক বলরেখা পড়িতেছে। অতএব দেখা যাইতেছে যে কণ্ডিত বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুরূপ ও ব্যবধান বর্গের বিক্রপ।

বলরেখার অপর একটি নাম ফ্লাক্স (Flux) এবং বলরেখার সহিত সমকোণকারী একক বর্গ পরিমিত তলের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যাকে ‘ফ্লাক্স-ডেন্সিটি’ (Flux density) বা ‘বলরেখা-ঘনতা’ বলে।

এখন আকর্ষণ, নিষ্ক্ষেপণ ও বলপরিমাণ অর্থাৎ বিক্রপ বর্গ নিয়মের কারণ নির্দেশ করা হইবে। (১) লৌহ ও মেরুর আকর্ষণ :—একটি লৌহকে চুম্বক রাজ্যে রাখিলে,—যেহেতু লৌহ চুম্বক পদার্থ এবং উহা বলরেখার সুন্দর ‘মধ্যগ’ (Medium) অর্থাৎ বলরেখারা ইহার মধ্য দিয়া গমনে বিশেষ বাধা পায় না,—সেই হেতু অধিকাংশ বলরেখা গমনে বাধা না পাইবার



চিত্র—৬১

জগত্ লৌহের মধ্য দিয়া বাইবার নিমিত্ত ইহার দিকে বাঁকিয়া আসে (চিত্র-৬১) এবং মেরু হইতে লৌহে পতিত বলরেখাগুলির সঙ্কোচনশীলতাই মেরু ও লৌহের মধ্যে আকর্ষণের কারণ।

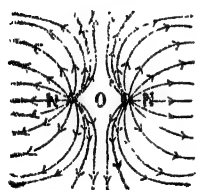


চিত্র—৬২

(২) বিপরীত মেরুদ্বয়ের আকর্ষণ :—যদি একটি N ও একটি S মেরু থাকে তাহা হইলে N মেরু হইতে প্রসারিত অধিকাংশ বলরেখা নির্গত হইয়া দেখিবে যে নিকটে S মেরু আছে, ইহা তাহাদের সন্ধিস্থল। সুতরাং তাহারা তাহাতে পড়িবে (চিত্র—৬২)। এই N মেরু হইতে S মেরুতে পতিত বলরেখাগুলির সঙ্কোচনশীলতাই মেরুদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণের কারণ। যেহেতু বল লৌহের উপর

বা বিপরীত মেরুতে পতিত ফ্লাক্সের উপর নির্ভর করে এবং এই ফ্লাক্স ঘনত্ব মেরুতেজের অনুরূপ ও ব্যবধান বর্গের বিকল্প সূত্রাং আকর্ষণ বল বিকল্পবর্গ নিয়মানুযায়ী হয়।

অনুরূপ মেরুদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ :—যদি দুইটি একই মেরুকে লওয়া যায়, তাহা হইলে একটি মেরুর বল রেখাগুলি সর্বদিকে প্রসারণ কালে একদিকে দ্বিতীয় মেরুটির একই প্রকার বলরেখার সম্মুখীন হইবে এবং যেহেতু বলরেখারা পরস্পরকে নিষ্ক্ষেপ করে, এই দিকের বলরেখাগুলি ফিরিয়া বিপরীত দিকে যাইতে বাধ্য হইবে। ঠিক সেটরূপ দ্বিতীয় মেরুটির বলরেখাগুলির মধ্যে যাহারা প্রথম মেরুটির দিকে অগ্রসর হইতেছিল তাহারা প্রথম মেরুটির বলরেখা দ্বারা নিষ্ক্ষিপ্ত হইয়া বিপরীত দিকে বাঁকিয়া যাইতে বাধ্য হইবে (চিত্র—৬৩)। কিন্তু

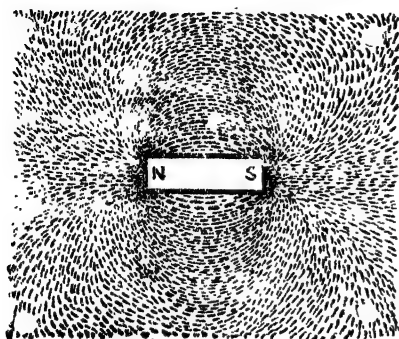


বলরেখারা পরস্পরের নিষ্ক্ষেপণ হেতু, সর্বদিকে সমভাবে প্রসারণশীল এবং যেহেতু তাহারা অনুরূপ মেরুর বলরেখা থাকাতে একদিকে আসিতে পারিতেছে না, তাহারা নিষ্ক্ষেদের মেরু উপর বিপরীত দিকে একটি ঠেলা উৎপাদন করিবে এবং মেরুগুলি

চিত্র—৬৩ আলগা থাকিলে তাহাদিগকে ঐ বিপরীত দিকে ঠেলিয়া লইয়া যাইবে ও এইরূপে নিষ্ক্ষেদের জন্ত মাঝখানে স্থান করিবে। অতএব নিষ্ক্ষেপণের কারণ বিপরীত দিকে বাঁকিয়া যাওয়া বলরেখাগুলির সোজা হইবার চেষ্টা। কিন্তু এই চেষ্টার পরিমাণ বক্র বলরেখার সংখ্যার অনুরূপ হইবে, ও এই বক্র বলরেখার সংখ্যা মেরুদ্বয়ের তেজের উপর ও তাহাদের ব্যবধানের বিকল্প বর্গের উপর নির্ভর করে। সূত্রাং ইহাও বিকল্পবর্গ নিয়মানুযায়ী হয়।

কতিপয় চুম্বক রাজ্যের চিত্র— (১) একটি শায়িত চুম্বকের উপর একটি পিজবোর্ড ( Card board ) রাখিয়া তাহাতে গোলচূর সমভাবে

ছড়াইয়া আস্তে আস্তে টোকা মারিলে লৌহচূর গুলি বলরেখার দিক অনুযায়ী সজ্জিত হয়। লৌহচূরগুলি পিজবোর্ডে পড়িয়া থাকিলে



চিত্র—৬৪



চিত্র—৬৫



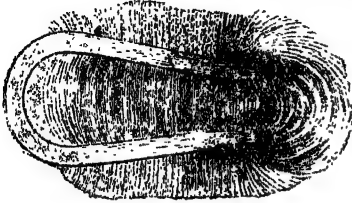
চিত্র—৬৬

মেকতে যাইবার সময় দূরবর্তী স্থানে পাতলা ভাবে ছড়াইয়া পড়িতেছে। কিন্তু যদি এই বিপরীত মেরুদ্বয় মেরুখণ্ড (pole piece) দ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে

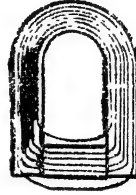
একপভাবে সজ্জিত হইতে পারে না—চুম্বক বল এত প্রবল নহে যে পিজবোর্ডের সহিত লৌহচূরের ঘর্ষণ অতিক্রম করিয়া তাহাদিগকে সাড়ায়। পিজবোর্ডে টোকা মারিলে লৌহচূরগুলি একটু লাফাইয়া উঠে এবং পড়িবার সময় বায়ুর মধ্যে ঘুরিয়া বলরেখার দিক লইয়া পড়ে। এইরূপে লৌহচূর দ্বারা চুম্বক রাজ্যের চিত্র প্রদত্ত হইল। ৬৪ চিত্রে একটি চুম্বক ব্যবহৃত হইয়াছে, ইহার N মেরু উত্তর দিকে আছে। ৬৫ চিত্রে চুম্বকদ্বয়ের বিপরীত মেরু সজ্জিত হইয়াছে ও ৬৬ চিত্রে অনুরূপ মেরু একই দিকে স্থাপিত হইয়াছে।

তাহাদিগকে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে বলরেখাগুলি কিরূপে একটি মেরু হইতে নির্গত হইয়া বায়ুর মধ্য দিয়া সন্নিহিত বিপরীত

বলরেখাগুলি আর বায়ু মধ্যে ছড়াইয়া পড়িবে না, সকলেই বা অধিকাংশই এই মেরু-খণ্ডের মধ্য দিয়া যাইতে থাকিবে এবং এই মেরুদ্বয়ের মধ্যে মেরুখণ্ড না থাকিয়া বায়ু

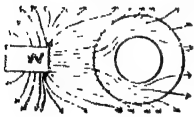


চিত্র—৬৭



চিত্র—৬৮

পদার্থ পাইলে বলরেখাগুলি বায়ুর মধ্য দিয়া আর না বাইয়া সকলেই বা অধিকাংশ এই চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া যায়। তাহার কারণ এই যে বায়ু-মার্গে গমনে উহারা অধিক বাধা পায়, সুতরাং অধিক পরিমাণে যাইতে পারে না, আর চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া গমনে অতি অল্প বাধা পায় সেইজন্য অত্যন্ত অধিক পরিমাণে যাইতে পারে। চুম্বক পদার্থের এই গুণকে পারমিএবিলিটি (Permeability):—বা ‘প্রেরণ ক্ষমতা’ বলে।



চুম্বক পথ রোধ (Magnetic screening) :—

একটি স্থানকে যদি লৌহ দ্বারা অবরোধ করা যায় তাহা হইলে বহির্ভাগস্থ কোন চুম্বক চৌতু ঐ অবরুদ্ধ

চিত্র—৬৯ স্থানে চুম্বক রাজ্য সৃষ্ট হইবে না। বলরেখা-

গুলি চুম্বক হইতে লৌহের একশেষ ভাগে পড়িবে ও লৌহময় পথের মধ্য দিয়া লৌহের অপর শেষভাগে যাইয়া তথা হইতে বাহিরে বায়ুতে নির্গত হইবে সুতরাং অবরুদ্ধ বায়ুময় স্থানে কোন বলরেখা দৃষ্ট হইবে না।

ইহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত হইতে পারে। ৭০

চিত্রে চুম্বক ও সূচ-চুম্বকের ব্যবধানে আড়াআড়ি ভাবে একটি চুম্বক পদার্থ আছে এবং দৃষ্ট হইবে যে সূচ-চুম্বকটি বায়ুতে যেভাবে আকর্ষিত হয়, এতলে সেইভাবে আকর্ষিত হইতেছে।

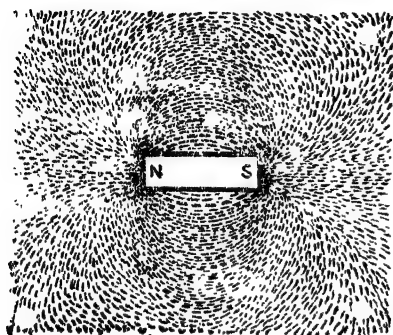
M



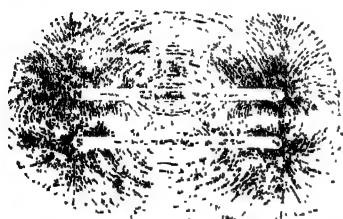
চিত্র—৭০।



ছড়াইয়া আস্তে আস্তে টোকা মারিলে লৌহচূর গুলি বলরেখার দিক অনুযায়ী সজ্জিত হয়। লৌহচূরগুলি পিজবোর্ডে পড়িয়া থাকিলে



চিত্র—৬৪



চিত্র—৬৫



চিত্র—৬৬

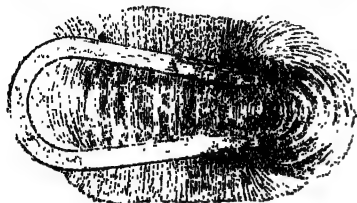
মেকতে যাইবার সময় দূরবর্তী স্থানে পাতলা ভাবে ছড়াইয়া পড়িতেছে। কিন্তু যদি এই বিপরীত মেরুদ্বয় মেরুখণ্ড (pole piece) দ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে

এরূপভাবে সজ্জিত হইতে পারে না—চুম্বক বল এত প্রবল নহে যে পিজবোর্ডের সহিত লৌহচূরের ঘর্ষণ অতিক্রম করিয়া তাহাদিগকে সাঙ্গায়। পিজবোর্ডে টোকা মারিলে লৌহচূরগুলি একটু লাফাইয়া উঠে এবং পড়িবার সময় বায়ুর মধ্যে ঘুরিয়া বদরেখার দিক লইয়া পড়ে। এইরূপে লৌহচূর দ্বারা চুম্বক রাজ্যের চিত্র প্রদত্ত হইল। ৬৪ চিত্রে একটি চুম্বক ব্যবহৃত হইয়াছে, ইহার N মেরু উত্তর দিকে আছে। ৬৫ চিত্রে চুম্বকদ্বয়ের বিপরীত মেরু রাস্তিত হইয়াছে ও ৬৬ চিত্রে অনুরূপ মেরু একই দিকে স্থাপিত হইয়াছে।

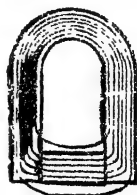
তাহাদিগকে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে বলরেখাগুলি কিরূপে একটি মেরু হইতে নির্গত হইয়া

বায়ুর মধ্য দিয়া সম্মিলিত বিপরীত

বলরেখাগুলি আর বায়ু মধ্য ছড়াইয়া পড়িবে না, সকলেই বা অধিকাংশই এই মেরু-খণ্ডের মধ্য দিয়া যাইতে থাকিবে এবং এই মেরুদ্বয়ের মধ্যে মেরুখণ্ড না থাকিয়া বায়ু



চিত্র—৬৭



চিত্র—৬৮

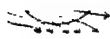
থাকিলে যে পরিমাণ বলরেখা যাইত, মেরুখণ্ড থাকিলে তদপেক্ষা অধিক বল-রেখা যাইবে। চিত্র ৬৮ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে চুম্বক

পদার্থ পাইলে বলরেখাগুলি বায়ুর মধ্য দিয়া আর না যাইয়া সকলেই বা অধিকাংশ চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া যায়। তাহার কারণ এই যে বায়ু-মার্গে গমনে উহারা অধিক বাধা পায়, সুতরাং অধিক পরিমাণে যাইতে পারে না, আর চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া গমনে অতি অল্প বাধা পায় সেইজন্য অত্যন্ত অধিক পরিমাণে যাইতে পারে। চুম্বক পদার্থের এই গুণকে পারমিএবিলিটি (Permeability):—বা ‘প্রেরণ ক্ষমতা’ বলে।

চুম্বক পথ রোধ (Magnetic screening):—



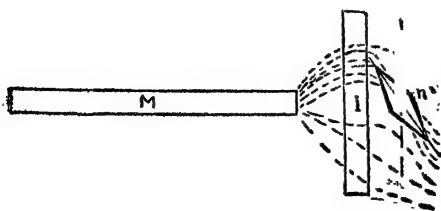
একটি স্থানকে যদি লৌহ দ্বারা অবরোধ করা যায়



তাহা হইলে বহির্ভাগস্থ কোন চুম্বক দ্রব্যে ঐ অবরুদ্ধ

চিত্র—৬৯ স্থানে চুম্বক রাজ্য সৃষ্ট হইবে না। বলরেখা-

গুলি চুম্বক হইতে লৌহের একশেষ ভাগে পড়িবে ও লৌহময় পথের মধ্য দিয়া লৌহের অপর শেষভাগে যাইয়া তথা হইতে বাহিরে বায়ুতে নির্গত হইবে। সুতরাং অবরুদ্ধ বায়ুময় স্থানে কোন বলরেখা দৃষ্ট হইবে না।



চিত্র—৭০।

ইহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা

স্থিরীকৃত হইতে পারে। ৭০

চিত্রে চুম্বক ও সূচচুম্বকের

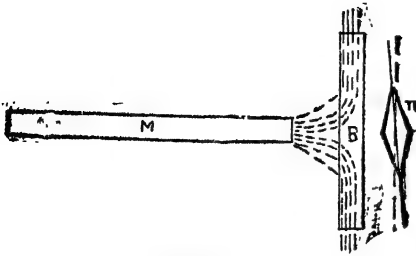
ব্যবধানে আড়াআড়ি ভাবে

একটি চুম্বক পদার্থ আছে এবং

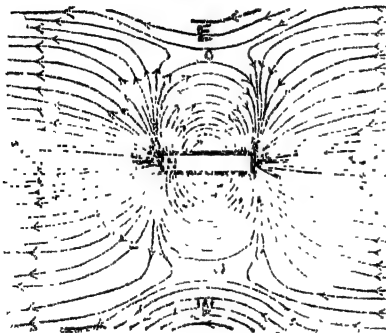
দৃষ্ট হইবে যে সূচচুম্বকটি বায়ুতে

যেভাবে আকর্ষিত হয়, এখানে

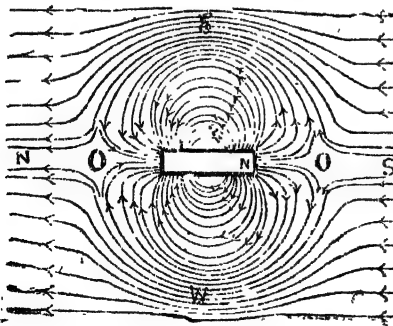
সেইভাবে আকর্ষিত হইতেছে।



চিত্র—৭১



চিত্র—৭২

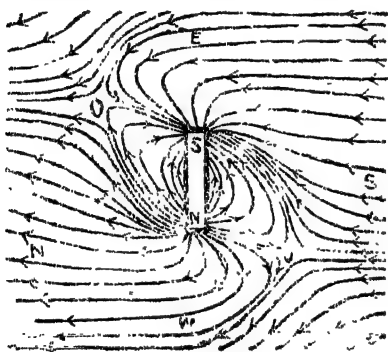


চিত্র—৭৩

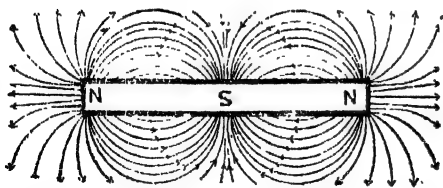
৭১ চিত্রে চুম্বক ও সূচ-চুম্বকের ব্যবধানে আড়াআড়িভাবে একটি নরমলৌহ আছে। এস্থলে দৃষ্ট হইবে যে সূচ-চুম্বক আর বিশেষ আকর্ষিত হইতেছে না। বলরেখাগুলি দেখিলেই বুঝিতে পারা যাইবে। চিত্রদ্বয়ে ১ পিণ্ডল I; লৌহ।

(২) আমরা লৌহচূর সাহায্যে পূর্বে চুম্বক-রাজ্য অঙ্কনের বিষয় দেখিয়াছি। এখন আমরা লৌহচূর ব্যতীত আর এক প্রকারে চুম্বকরাজ্য অনুসরণ-প্রণালী সূচ-চুম্বকের সাহায্যে হয় দেখিব। চুম্বকে কাগজের উপর শাফিত রাখিয়া একটি সূচ-কম্পাসকে উহার নিকট বসাইলে সূচ-চুম্বকটি চুম্বকবলের দিক লইয়া অবস্থান করিবে। এই সূচ চুম্বকের শেষভাগ হয় কাগজের উপর পেন্সিলের বিন্দু দ্বারা চিহ্নিত করিয়া কম্পাসটিকে

তুলিয়া একটু সরাইয়া একপভাবে বনাইতে হইবে যেন সূচের একটি শেষভাগ একটি বিন্দুর উপর থাকে ও তখন অপর শেষভাগটির স্থান কাগজের উপর পেন্সিল দ্বারা চিহ্নিত করিয়া লইতে হইবে। এইভাবে কম্পাসটিকে একটু একটু করিয়া পূর্ববৎ সরাইয়া প্রচুর বলরেখা আঁকা যাইতে পারে। চুম্বকের চতুর্দিকস্থ এই বলরেখাময় স্থান ঐ চুম্বকের রাজ্য। এইভাবে প্রস্তুত কয়েকটি চুম্বক রাজ্যের চিত্র দেওয়া হইল।



চিত্র—৭৪



চিত্র—৭৫

কের বা ভূ-চুম্বকের বিপরীত ধর্ম দ্বারা নষ্ট হইয়া যাইতেছে। এই স্থানগুলিকে ‘বলবিহীন স্থান’ (Null Point) বলে। ৭৫ চিত্রে ‘কলিকোয়েন্ট’ মেরু বিশিষ্ট চুম্বকের রাজ্য দর্শিত হইল। ইহার দুই প্রান্তেই N মেরু, সুতরাং উভয় প্রান্ত হইতে বলরেখা নির্গত হইতেছে এবং মাঝে S মেরু, এইখানে বলরেখাগুলি নিহিত হইতেছে।

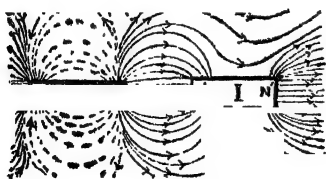
এই চিত্রগুলি হইতে দেখা যাইবে যে মেরুর নিকটবর্তী স্থানে যেখানে চুম্বক বল অধিক সেখানে এই বলরেখাগুলি অতি ঘনভাবে সন্নিবিষ্ট, ও দূরবর্তী স্থানে যেখানে চুম্বকবল কম সেখানে বলরেখার ঘনতাও কম। পৃথিবীর চুম্বক রাজ্যে স্থিত চুম্বকের চুম্বক রাজ্য কিরূপ হইবে তাহা ৭২, ৭৩, ৭৪

চিত্রগুলিতে দেখান হইয়াছে। দেখা যাইতেছে যে ঐ চিত্রগুলিতে O' চিহ্নিত স্থানগুলি দিয়া কোন বলরেখা যাইতেছে না। অর্থাৎ এই স্থানগুলিতে একটি চুম্বকের ধর্ম অপর চুম্ব-

## তৃতীয় পরিচয়

সম্ভাবন দ্বারা লৌহের সম্মিহিত স্থানে বিপরীত মেরু সৃজন—(Opposite polarity is created at the near end by Induction) :—

যদি একটি নরম লৌহকে চুম্বক বাজে রাখা যায় তবে দেখা যায় অধিকাংশ বলরেখা লৌহের মধ্য দিয়া যাইতে থাকিবে। এবং লৌহের এক শেষভাগ দিয়া বলরেখাগুলি লৌহের মধ্যে প্রবেশ করিবে ও অল্প শেষভাগ দিয়া নির্গত হইয়া যাইবে। বলরেখা প্রবিষ্ট লৌহটি এখন বলরেখার প্রভাবে ঠিক একটি চুম্বকের আয় হয়। উহার যে শেষভাগ হইতে বলরেখা নির্গত হইতেছে তাহা N-মেরু ও যে শেষভাগ দিয়া বলরেখা প্রবেশ করিতেছে তাহা S-মেরু। এখন যদি লৌহটি N-মেরুর নিকটে থাকে তাহা হইলে N-মেরু হইতে নির্গত বলরেখা লৌহের নিকটবর্তী শেষভাগ দিয়া উহার মধ্যে প্রবেশ করিবে; অর্থাৎ নিকটবর্তী শেষভাগটি S-মেরুর আয় হইবে এবং দূরবর্তী শেষভাগ দিয়া নির্গত হইবে অর্থাৎ দূরবর্তী শেষভাগটি N-মেরুর আয় হইবে।



চিত্র—৭৬

ইহা ৭৬ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, N ও S চুম্বকের মেরু, এবং N' ও S' লৌহের মধ্যে সম্ভাবিত মেরু। এই চিত্রে আরও দেখা যাইতেছে, কিরূপে পর পর লৌহখণ্ড থাকলে তাহাদের

উপর সম্ভাবন সম্ভব ও এই সম্ভাবনের

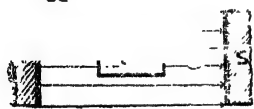
ভীষণতা কিরূপে ক্রমশঃ কমিয়া যায়। চুম্বক হইতে প্রথম I লৌহটিতে যত বেশী প্রবেশ করিতেছে তাহাই এই লৌহের সম্ভাবিত চুম্বকত্বের

পরিমাপ। এই I লৌহতে প্রবিষ্ট রেখাগুলি অপর শেষভাগ দিয়া নির্গত হইবার সময় কতকগুলি ভূ চুম্বকের N মেরুতে চলিয়া যায় ও বাকীগুলি দ্বিতীয় লৌহে প্রবেশ করিবার মত থাকে। সুতরাং ২য় লৌহে প্রবিষ্ট বলরেখার সংখ্যা I লৌহ অপেক্ষা কম, অর্থাৎ ২য় লৌহের মধ্যে সম্ভাবনও I এর অপেক্ষা ঠিক ঐ পরিমাণে কম হয়।

**চুম্বকী ভবনের প্রাখর্য (Intensity of magnetisation) :**—ইহা চুম্বকের মেরুমুখের একক বর্গের মেরু-তেজ। যদি চুম্বকের মেরুতেজ M ও উহার মুখের বিস্তৃতি a হয় তাহা হইলে প্রাখর্য  $I = \frac{M}{a}$  (চুম্বক মেরুদণ্ডের দৈর্ঘ্য তলে a পরিমিত হয়)।

**রাজ্যতেজ (Intensity of field) :**—যে চুম্বক রাজ্যে একক মেরু রাখিলে তাহার উপর একক বল (১ ডাইন) পড়ে তাহাকে একক তেজের রাজ্য বলে। চুম্বক রাজ্যের তেজ H দ্বারা ব্যক্ত হয়। যদি একটি M তেজের মেরুকে A তেজের রাজ্যে স্থাপন করা যায় তাহা হইলে এট মেরুর উপর  $M \times H$  'ডাইন' বল পড়িবে।

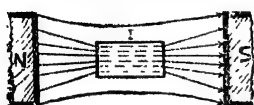
**চুম্বককরণ বল ও চুম্বকীভবন (Magnetising for e and Magnetisation) :**—দেখা গিয়াছে যে একটি চুম্বক তাহার সন্নিধানে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন করে। ৭৭ চিত্রে



চিত্র-৭৭

সর্বত্র সমভাব চুম্বক রাজ্যে একটি পিত্তল বসান রহিয়াছে। পিত্তল অচুম্বক পদার্থ, সুতরাং ইহার দ্বারা চুম্বকরাজ্যের কোন পরিবর্তন ঘটবে না। পিত্তল অধিকৃত স্থান দিয়া যে রেখাগুলি যাইতেছে তাহারা পিত্তল থাকিবার পূর্বেও ঐ স্থান দিয়া যাইতেছিল, বস্তুতঃ চুম্বক-রাজ্য সম্পর্কে পিত্তল বায়ুর জায়। কিন্তু যদি পিত্তলটিকে এখন সরাইয়া লওয়া যায় এবং উহার স্থানে একটি ঐ আকৃতির লৌহ রাখা হয় তাহা হইলে ঐ লৌহের মধ্যে

সম্ভাবিত চুম্বক দৃষ্ট হইবে (চিত্র—৭৮)। অর্থাৎ লৌহের মধ্যে প্রচুর ‘বাড়তি’ বলরেখা সৃষ্ট হয় এবং শেষ ভাগদ্বয়ে যেখানে এই রেখাগুলি



চিত্র—৭৮

নির্গত হইতেছে বা বায়ু হইতে প্রবিষ্ট হইতেছে, তথায় মেরু দৃষ্ট হয়। এখানে যেটা বামদিকে তাহা S মেরু ও যেটা ডাইনদিকে তাহা N মেরু

হইতেছে। ধরা যাক যে একরূপ ভাবে উৎপন্ন প্রতি মেরুর তেজ  $M$ , তাহা হইলে চুম্বকত্ব হেতু  $4\pi M$  রেখা N মেরু হইতে মধ্যগে (এখানে বায়ু) নির্গত হইয়া S মেরুতে আসিতেছে ও তথা হইতে লৌহের মধ্য দিয়া পুনরায় N মেরুতে ফিরিতেছে। এতদ্ব্যতীত রাজ্যের রেখাগুলিও লৌহের মধ্য দিয়া যাইতেছে। এখন যদি রাজ্য তেজ হয়  $H$  ও লৌহটির আড়-কর্তনের বিস্তার হয়  $a$ , তাহা হইলে লৌহের মধ্য দিয়া রাজ্যের  $aH$  বলরেখা যাইতেছে এবং এই রেখাগুলি যেদিকে যাইতেছে  $4\pi M$  রেখা-গুলিও সেইদিকে যাইতেছে। সুতরাং যদি হানিকর কারণ কিছু না থাকে, তাহা হইলে লৌহের মধ্য দিয়া মোট  $aH + 4\pi M$  বলরেখা যাইতেছে। ইহার মধ্যে  $aH$  বলরেখা রাজ্য হেতু এবং তাহা লৌহের অবর্ত্তমানেও থাকিবে ও  $4\pi M$  বলরেখা লৌহের মধ্যে সম্ভাবিত চুম্বক হেতু। ইহাদের মধ্যে  $aH$  কে ‘চুম্বককরণ রেখা’ বা ‘লাইন অফ্‌ ম্যাগনেটাইজেশন’ (Lines of magnetisation) ও  $aH + 4\pi M$  কে ‘সম্ভাবন রেখা’ বা ‘লাইনস্-অফ্-ইণ্ডাকশন’ (Lines of Induction) অথবা ‘ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স’ (Magnetic flux) বলে। এই ফ্লাক্সের ‘ডেনসিটি’ বা ‘ঘনতা’ অর্থাৎ মেরুমুখের প্রতি একক বর্গ বিস্তৃতির মধ্য দিয়া যত রেখা হয় তাহারকে ‘ফ্লাক্স-ডেনসিটি’ (Flux density) বলে, ইহা

$$B \text{ দ্বারা সূচিত হয়, অতএব } B = \frac{aH + 4\pi M}{a} = H + 4\pi \frac{M}{a},$$

কিন্তু  $\frac{M}{n}$  কে চুম্বকীভবনের প্রার্থ্য বলে ও ইহা  $I$  দ্বারা সূচিত

হয়, সুতরাং ;— $B = H + 4\pi I$  অথবা  $I = \frac{B-H}{4\pi}$  ।

**প্রেরণ ক্ষমতা ও ধারণ-সামর্থ্য** ( Permeability and Susceptibility ) :—বায়ু ‘মধ্যগ’ থাকায় যত রেখা-ঘনতা হয় তাহার সহিত তুলনায় কোন বস্তু ( যথা লৌহ ইত্যাদি ) মধ্যগ হইলে তাহার যত গুণ রেখা ঘনতা হয় তাহাকে ঐ বস্তুর প্রেরণ ক্ষমতা ( permeability ) বলে । সুতরাং ইহা  $\frac{B}{H}$  এই ভগ্নাংশ দ্বারা প্রকাশিত হয় ও ইহা  $M$  দ্বারা সূচিত হয়, অর্থাৎ  $M = \frac{B}{H}$  । রাজ্য তেজের সম্বিত তুলনায় তাহার বত গুণ চুম্বক-প্রার্থ্য সৃষ্ট হয় তাহাকে ধারণ-সামর্থ্য (Susceptibility) বলে । সুতরাং ইহা  $\frac{1}{H}$  দ্বারা প্রকাশিত হয় ও ইহা  $K$  দ্বারা সূচিত হয়, বা  $K = \frac{I}{H}$  । অতএব নিম্নলিখিত সম্বন্ধগুলি পাওয়া যায়,—

$$( ১ ) \quad B = \frac{nH + 4\pi}{n} M \quad ( ২ ) \quad B - H = 4\pi I$$

$$( ৩ ) \quad I = \frac{B-H}{4\pi} \quad ( ৪ ) \quad M = \frac{B}{H}$$

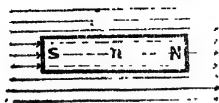
$$( ৫ ) \quad K = \frac{I}{H} \quad ( ৬ ) \quad M = 1 + 4\pi K$$

$$( ৭ ) \quad K = \frac{M-1}{4\pi}$$

গণনা কালে মনে রাখা উচিত  $B$ তে  $H$  ও  $4\pi I$  এই দুইটি বস্তু আছে কিন্তু কার্যকালে তাহার প্রয়োজন নাই ; কারণ  $B$  ও  $H$  উভয়কেই পৃথকভাবে সহজে नापा যায় ।



মেরুগুলির চুম্বকত্ব নাশ প্রয়াস ( Demagnetising effect of the



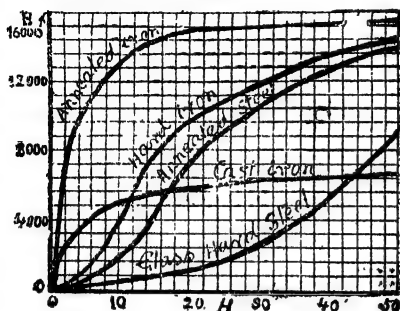
poles) :—৭১ চিত্র অনুযায়ী কোন লৌহকে চুম্বক রাজ্যে অবস্থিত অনুমান করিলে, ঐ চিত্র অনুযায়ী মেরু সৃষ্ট হইবে। এখন যদি কোন

চিত্র—৭২ : একক N মেরুকে ঐ লৌহের মধ্যে n বিন্দুতে চলনক্ষম অবস্থায় অবস্থিত অনুমান করা যায়, তাহা হইলে রাজ্যের দ্বারা ইহা ডাইনদিকে প্রক্ষেপিত হইবে। কিন্তু যদি মেরুদ্বয়ের দ্বারা আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ বিবেচনা করা যায় তাহা হইলে দেখিতে পাওয়া যায় যে উহা মেরুদ্বয় দ্বারা বামদিকে যথাক্রমে নিক্ষিপ্ত ও আকৃষ্ট হয়। সুতরাং n বিন্দুতে চুম্বক বল মেরুদ্বয় হেতু হ্রাস হইতেছে। অতএব এই বিরুদ্ধাচরণকে নষ্ট করিতে না পারিলে সম্ভাবন  $aH + 4\pi M$  অপেক্ষা কম হইবে। এই বিরুদ্ধাচরণকে নষ্ট করিতে হইলে অনুমান করিতে হইবে লৌহটি এত লম্বা যে উহার শেষভাগদ্বয় বিবেচ্য বিন্দু হইতে বহুদূরে, সুতরাং এখানে উহাদের দরুণ কোনরূপ ধর্মব্য ফলাফল নাই, কেবলমাত্র এই সময়েই ধরিতে পারা যায় যে সম্ভাবন  $= aH + 4\pi M$ ।

চুম্বকীভবন রেখা ( Magnetisation curve ) :—কোন চুম্বক রাজ্যে একটি লৌহকে রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। রাজ্যভেজের সহিত লৌহটির চুম্বকত্বের তেজের সম্বন্ধ গ্রাফ-কাগজে লিপিবদ্ধ করিলে যে রেখা পাওয়া যায় তাহাকে লৌহটির চুম্বকীভবন রেখা বলে। এই চুম্বকীভবন রেখা বিভিন্ন প্রকার লৌহের পক্ষে বিভিন্ন, ইহা ৮০ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে। এই চিত্র হইতে আরও দেখিতে পাওয়া যায় যে রাজ্য-ভেজ H যখন শূন্য হইতে ৫এর মধ্যে ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে নরম লৌহ ( Soft iron ) সম্ভাবন B অতি দ্রুত বাড়িতে থাকে, পরে ৫ হইতে ২০ মধ্যে ( B ) এর

বৃদ্ধির হার অতি মন্দ হয় অর্থাৎ উহা (B) প্রায় সমভাবে থাকে।

আবার ঢালাই লৌহের (cast iron) বেলায় দেখা যায় H যখন ০ হইতে



চিত্র-৮০

২৫ অবধি বাড়িতে থাকে B এর বৃদ্ধির হার সর্কাপেক্ষা অধিক হয়, পরে H এর ২৫ হইতে ৩৫ এর মধ্যে B এর বৃদ্ধি ক্রমান্বয়ে কমে ও তাহার পরে B এর বৃদ্ধির হার অতি অল্প হয়। কঠিন ষ্টিলের (Hard steel) বেলায় দেখা যায় যে

H এর প্রথম অবস্থায় B এর বৃদ্ধির হার সমভাব হয় ও প্রায় H এর অনুপাতে হয়। চিত্র হইতে দেখা যাইতেছে যে এই চুম্বকীভবন রেখাগুলি

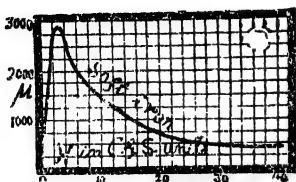
কেহই সরল রেখা নহে সুতরাং প্রেরণক্ষমতা  $M$  বা  $\frac{B}{H}$  সর্বত্র সমান

নহে, H এর উপর নির্ভর করিতেছে এবং কোন পরিমাণ হইতে আরম্ভ করিয়া সর্কাপেক্ষা অধিক গুরুত্ব আসে ও পরে কমিতে থাকে তাহাও দেখান হইয়াছে। প্রেরণক্ষমতা  $M$ , ইহা ব্যতীত আরও অগাণ্ড বিষয়ের উপর নির্ভর করে তন্মধ্যে পূর্ব চুম্বকত্ব, পাদার্থ্য, রাজ্যভেজ, তপ্ততা ও পুঙ্খ পরিচয় উল্লেখযোগ্য। এই রেখাগুলি হইতে বুঝা যায় কিরূপ জোহে কতটা চুম্বক-করণ বল (H) হইলে উহা সুবিধা জনক চুম্বকে পরিণত হইবে।

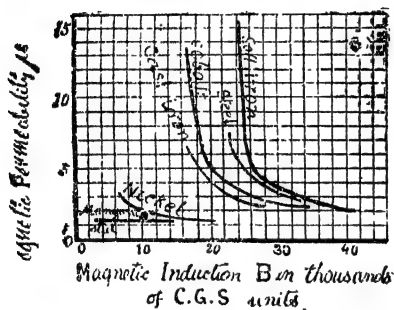
**প্রেরণক্ষমতার পরিবর্তন (Variation of Permeability):**—(১) ইহা বস্তুর পদার্থের উপর নির্ভর করে।

(২) ইহা রাজ্য-ভেজের উপর নির্ভর করে। যথা ;—দুর্বল রাজ্যে, নরম লৌহের বেলায় অতি দ্রুত গুরুত্ব পরিণত হয় ও তাহার পর কমিতে থাকে

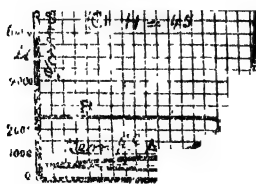
(চিত্র—৮১)। বলবান্ন রাজ্যে কেবল ম্যাগ্‌নেটিক স্টিল ব্যতীত সকল চুম্বক দ্রব্যের  $M$  কমিতে থাকে, উত্তার  $M$  প্রায় সমভাবে, চিত্র—৮২।



চিত্র—৮১



চিত্র—৮২



চিত্র—৮৩

লৌহটি পূর্ণ চুম্বক হইলে,  $H$  বা প্রবাহের কোনও পরিবর্তন হেতু

(৩) ইহা তপ্ততার উপরও নির্ভর করে। দুর্বল রাজ্যে  $M$  তপ্ততার সহিত প্রথমে অল্প অল্প পরে দ্রুত বাড়িতে থাকে ও শেষে লৌহের অবস্থান্তর তপ্ততা প্রায়  $985^{\circ}\text{C}$  ক্রমশঃ একেতে নামিয়া আইসে। তেজবান্ন রাজ্যে  $M$  একভাবে কমিতে থাকে ও প্রায় ঐ  $985^{\circ}\text{C}$  সময় সহসা কমিয়া যায় (চিত্র ৮৩)।

### চুম্বক-করণ চক্র

(Magnetisation Cycle):—

যদি চুম্বক-বল  $H$  কে ক্রমান্বয়ে সমভাবে পরিবর্তন করা যায়— (ইহা লৌহকে পরিবেষ্টনকারী নলাকারগুটি বা সোলিনয়েডের (Solenoid) মধ্য দিয়া প্রবাহকে সমভাবে বৃদ্ধিত করিলেই হইবে),—তাহা হইলে দেখা যায় যে  $B$  প্রথমতঃ অতি দ্রুত বৃদ্ধি পায়, পরে অতি অল্প হারে বাড়িতে থাকে ও শেষে যখন

B এর বিশেষ কোন বৃত্তি লক্ষিত হয় না, উহা প্রায় একভাবে রহিয়া যায়। এখন যদি প্রবাহ হ্রাস করিয়া H কে কমানিতে থাকি, তাহা হইলে B ও কমিতে থাকিবে বটে কিন্তু যে পরিমাণে বাড়িয়াছিল তদপেক্ষা কম পরিমাণে কমে স্ততরাং প্রবাহকে শূন্যে পরিণত করিলেও B শূন্যে পরিণত হয় না, কিছু অবশিষ্ট থাকে, ইহাকে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব (Residual magnetism) বলে। এই অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে নষ্ট করিতে হইলে প্রবাহের দিক উল্টাইয়া দিয়া বিপরীত দিকের প্রবাহকে ক্রমশঃ বাড়াইতে থাকিলে, উহার কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ হইলে B শূন্যে পরিণত হইবে। বিপরীত দিকের H এর এই পরিমাণকে “সংহার বল” (Co-ercive force) বলে। অতএব অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট করিতে বিপরীত দিকে যে পরিমাণ H লাগে তাহাকে চুম্বকত্ব-নাশক বা সংহার বল বলে। ইহার পরেও যদি বিপরীত দিকের প্রবাহকে আরও বাড়াইতে থাকি যায় তাহা হইলে বিপরীত দিকে B অপেক্ষাকৃত অধিক হারে প্রস্তুত হইতে থাকিবে, অর্থাৎ চুম্বকের মেরুত্ব উল্টাইয়া যাইবে এবং এখানেও পূর্ববৎ, কিন্তু কিছু অধিক হারে, B প্রথমতঃ অতি দ্রুত বাড়িয়া, পরে অল্প হারে বাড়িতে থাকে ও শেষে লৌহটি চুম্বক পূর্ণতার নিকট আসিলে B প্রায় সম্ভাব্য রহিয়া যায়। দৃষ্ট হইবে যে প্রথম চুম্বক-করণে H এর যে পরিমাণে লৌহটি চুম্বক-পূর্ণতা প্রাপ্ত হইয়াছিল, এস্থলেও বিপরীত দিকে H এর প্রায় সেই পরিমাণেই লৌহটি চুম্বক-পূর্ণতা প্রাপ্ত হয়।

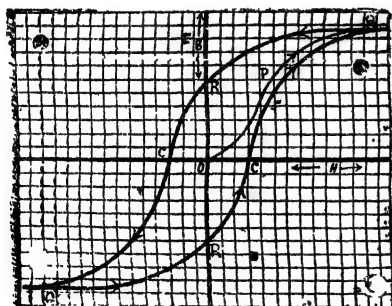
এখন যদি এই বিপরীত দিকের প্রবাহকে ক্রমান্বয়ে কমান যায় তাহা হইলে B ও ঠিক পূর্ববৎ কমিতে থাকিবে এবং H বা প্রবাহ শূন্য হইলেও B শূন্যে পরিণত হইবে না, পূর্বের অবশিষ্ট চুম্বকত্বের সমান চুম্বকত্ব রহিয়া যাইবে। পুনরায় যদি প্রবাহকে বিপরীত করিয়া প্রথমবারের দিকে দেওয়া যায় ও প্রবাহের তেজ ক্রমশঃ বাড়াইতে থাকি যায়

তাহা হইলে ঠিক পূর্বের সমান সংহার-বল দ্বারা এই বিপরীত ( দিকের ) অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট হইবে ও পরে প্রবাহের আরও বৃদ্ধির সহিত B ঠিক প্রথম বারের মত কিছু কিছু অধিক হারে বাড়িতে থাকিবে ও লৌহটি ঠিক পূর্বের সহিত সমান চুম্বক-করণ বল দ্বারা সম্পূর্ণ চুম্বকত্ব প্রাপ্তির পর B সমভাবে রহিয়া যাইবে ।

দ্রষ্টব্য—এখন যদি প্রবাহকে পুনরায় কমান যায় তাহা হইলে পূর্বের মত অল্প হারে চুম্বকত্ব কমিতে থাকিবে । সুতরাং সর্ব প্রথম চুম্বক-করণ কালে লৌহটির চুম্বকত্বের যে হারে পরিবর্তন হইয়াছিল সেই হারের পরিবর্তন আর পাওয়া যায় না ।

প্রবাহ বা Hএর পরিবর্তন হেতু Bএর এইরূপে শূন্য হইতে কোন দিকে গরিষ্ঠে ও তৎপরে শূন্য হইয়া অগ্র দিকের গরিষ্ঠে বৃদ্ধি ও সর্ব শেষে শূন্য হইয়া প্রথম গরিষ্ঠে ফিরিয়া যাওয়াকে “চুম্বককরণ-চক্র” বলে ।

পশ্চাত্ত্বন রেখা ( Hysteresis Curve ) :—এরূপ



চিত্র—৮৪

পরিবর্তন কালের H ও তদনুযায়ী Bএর পরিমাণ সকলকে গ্রাফ কাগজে লিপিবদ্ধ করিয়া যে রেখাচিত্র পাওয়া যায় তাহাকে ‘পশ্চাত্ত্বন রেখা’ বা হিষ্টে-রেন্সি কার্ভ (Hysteresis Curve) বলে । এই রেখাচিত্র হইতে Hএর হ্রাস কালে B আনুপাতিক ভাবে হ্রাস না হইয়া কিরূপে পিছাইয়া পড়ে তাহা বেশ সহজে বুঝিতে পারা যায় ।

৮৪ চিত্রে এই রেখাচিত্র দেওয়া হইয়াছে । ইহাতে ভূজযুগ্মের (Co-ordinate) খাড়া রেখাটিতে B ও শায়িত রেখাটিতে H পরিমিত হইয়াছে । দক্ষিণে পরিমিত H একদিকের প্রবাহ ও বামে পরিমিত H তাহার বিপরীত দিকের প্রবাহকে নির্দেশ করিতেছে । ঠিক সেইরূপ উর্ধ্বে পরিমিত B প্রথম দিকের প্রবাহ ও নিম্নে পরিমিত B বিপরীত দিকের প্রবাহ হেতু উৎপন্ন হইয়াছে ।

৮৪ চিত্রটিতে O P বক্র রেখাটি চুম্বকীভবন বা চুম্বককরণ রেখা ও সমস্ত বক্ররেখাগুলির সমষ্টি চুম্বককরণ-চক্র নির্দেশ করিতেছে এবং চুম্বকীভবন রেখার সহিত তুলনায় Q R C রেখা দ্বারা পশ্চাত্তবন দৃষ্ট হইতেছে। বলা বাহুল্য যে এই পশ্চাত্তবন রেখা চিত্রে প্রথম অঙ্কিত রেখাটি অর্থাৎ চুম্বকীভবন রেখাটি এই চক্রে আর অনুল্লত হয় না, অবশ্য সম্পূর্ণ চুম্বক অবস্থার লৌহ ব্যবহার করিতে হইবে; যেমন চিত্র ৮৪ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে।

এই রেখাচিত্রে O R দ্বারা অবশিষ্ট চুম্বকত্ব ও O C দ্বারা সংহার বল নির্দিষ্ট হইতেছে। বক্ররেখা দ্বারা সমস্ত অবরুদ্ধ স্থানকে পশ্চাত্তবন ফাঁস (Hysteresis loop) বলে এবং ইহার বিস্তৃতি লৌহের মধ্যে চুম্বক অবস্থার দ্রুত পরিবর্তন হেতু ব্যয়িত শক্তির পরিমাপ। এই ফাঁস যত সরু হইবে, পশ্চাত্তবনে ততই কম কার্য ব্যয়িত হইতেছে বুঝিতে হইবে। অবশ্য এই সমস্ত ব্যয়িত কার্যের কারণ লৌহের মধ্যে তাপোৎপত্তি। যথা সম্ভব কম কার্য ব্যয় হইবে এরূপ লৌহ নির্বাচন করিতে হইলে, বিশেষতঃ যখন উহা অস্থির চুম্বকবলাধীন, তখন ইহা (পশ্চাত্তবন রেখা) অভ্যন্ত সাহায্য করে কারণ তখন দেখিতে হইবে যে পরীক্ষাধীন লৌহটির পশ্চাত্তবন ফাঁস সরু হইতেছে কিনা। এবং এই অবধারণা নিম্নতম বৈদ্যুতিক কার্যোপলক্ষে প্রদত্ত লৌহের চুম্বক পরীক্ষা দৈনন্দিন কর্ম।

**চুম্বকনাশন (Demagnetisation) :**—যদি কোন চুম্বকত্ব-বিশিষ্ট লৌহের চুম্বকত্ব নাশ করিতে হয় তাহা হইলে নিম্নলিখিত উপায় অবলম্বন করিতে হয়। লৌহটি চুম্বককরণ কালে যেসকল চুম্বককরণ-বলাধীন হইয়াছিল উহাকে অন্ততঃ সেরূপ চুম্বককরণ-বলাধীন করিতে হইবে এবং এই চুম্বককরণ বল অর্থাৎ প্রবাহকে তৎপরে বিপরীত করণ কালে শূন্যে পরিণত করিতে হইবে। অবিচ্ছিন্ন প্রবাহ হইলে, ব্যাটারি ও চুম্বককরণ কয়েলের অন্তরা একটি ‘গতিদ’ (Motor) চালিত ঘূর্ণায়মান ‘পরিবর্তক’ (Transformer) ও প্রবাহের পরিমাণের পরিবর্তনের জন্ত ‘সিরিজ’ সংযুক্ত একটি পরিবর্তনশীল বাধার ব্যবহার করিতে হইবে। ট্যাক ঘড়ি প্রভৃতির মত বস্তুর বেলায়, যাহারা চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইলে, ব্যালাঙ্ক-হইল চালক হেয়ার স্প্রিংএর উপর ক্রিয়া করিয়া বিপত্তি ঘটায়, ঘড়িটিকে একটি

তেজবান্ চুম্বকের নিকট একটি পাকান সূতায় ঝুলাইলে, পাক খুলিবার সময় সূতাটি যখন ঘড়িটিকে ঘুরাইতে থাকিবে তখন উহাকে ক্রমশঃ দূরে সরাইয়া লইয়া যাইলে চুম্বক নাশন ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। অচুম্বক নামে বিখ্যাত ঘড়িগুলির হেয়ার-স্প্রিং স্টীলের পরিবর্তে প্যালাডিয়ামে প্রস্তুত; সূতরাং চুম্বক রাজ্যে নিষ্ক্রিয়।

**চুম্বক টান ( Magnetic pull ) :—**যদি দুইটি চুম্বক মুখের বিস্তৃতি হয়  $a$  বর্গ সেন্টিমিটার ও বলরেখা-ঘনতা বা ফ্লাক্স ডেন্সিটি হয়  $B$ , ও আকর্ষণ বল হয়  $P$ , তাহা হইলে,—

$$P = \frac{B^2 a}{8 \pi} \text{ ডাইন ( Dyne ) বা } P = \frac{B^2 a \text{ ( ইঞ্চি )}}{1317^2} \text{ পাউণ্ড lb. wt.}$$

$$P = \frac{B^2 a}{8 \pi} \text{ dynes}$$

$$= \frac{B^2 a \times (2.54)^2 \text{ ইঞ্চি}}{8 \pi} \times \frac{1}{981} \times .0022 \text{ lb. wt.}$$

যেহেতু, ১ ইঞ্চি = ২.৫৪ সেন্টিমিটার,

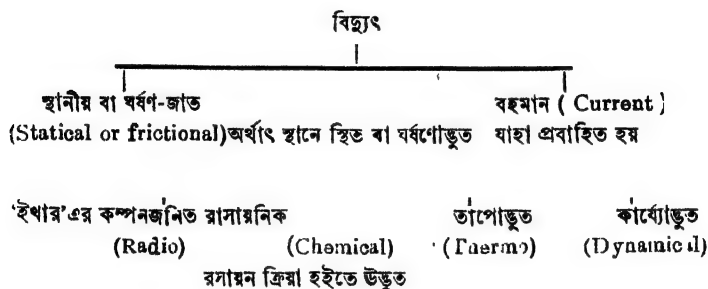
৯৮১ ডাইন = ১ গ্রাম ওজন,

১ গ্রাম ওজন = .০০২২ পাউণ্ড ওজন।

$$= \frac{B^2 a}{1317^2} \text{ lb. wt. (a = area in sq. in.)}$$

# চতুর্থ পরিচয় ।

## বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিসিটি ( Electricity ) ।



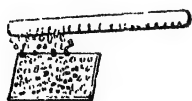
**স্থানীয় বা ঘর্ষণজাত বিদ্যুৎ :—**বিদ্যুৎ একপ্রকার অভৌতিক বায়ু বিশেষ । কেহ কেহ মনে করেন বিদ্যুৎ প্রত্যেক বস্তুতেই বর্তমান এবং উচ্চ পোটেনশ্যল ( Potential ) হইতে নিম্ন পোটেনশ্যালে বহে, যেমন তাপ উচ্চ তপ্ততা হইতে নিম্ন তপ্ততায় বহে, তরল পদার্থ উচ্চ স্তর ( level ) হইতে নিম্ন স্তরে বহে ও বায়বীয় পদার্থ উচ্চ চাপ হইতে নিম্ন চাপে বহে ।

যেমন কোন স্থানে বায়ুর প্রবেশ বা তথা হইতে নিষ্কাশন করাইবার সময় যথাক্রমে যাহার বৃদ্ধি বা হ্রাস ঘটিতে থাকে তাহাকে ‘চাপ’ বা ‘প্রেসার’ ( Pressure ) বলে । কোন পাত্রের তরল পদার্থ ঢালিতে থাকিলে বা তাহা হইতে নিঃসৃত করিয়া দিতে থাকিলে যাহার যথাক্রমে উচ্চতা বা নিম্নতা ঘটিতে থাকে তাহাকে ‘স্তর’ বা ‘লেভেল’ ( level ) বলে, এবং কোন বস্তুতে তাপ দান বা তাহা হইতে বিয়োগ করিতে থাকিলে যাহার যথাক্রমে উচ্চতা বা নিম্নতা ঘটিতে থাকে তাহাকে ‘তপ্ততা’ বা ‘টেম্পারেচার’



( Temperature ) বলে, ঠিক সেইরূপ কোন বস্তুতে বিদ্যুৎ দান বা তাহা হইতে বিয়োগ করিতে থাকিলে যাহার উন্নতি বা অবনতি ঘটিতে থাকে তাহাকে 'পোটেনশ্যাল' ( Potential ) বলে। বিদ্যুৎ কারণ এবং পোটেনশ্যাল ফল যাহার উন্নতি কোন বস্তুর উপর ঘটে যখন তাহাতে বিদ্যুৎ দেওয়া যায় বা অবনতি ঘটে যখন তাহা হইতে বিদ্যুৎ লওয়া হয়। অর্থাৎ বিদ্যুৎ পরিমাণ বাচক ও পোটেনশ্যাল গুণ-বাচক স্তুরাং ক্রমবাচক।

সকল বস্তুতেই (বস্তু বিশেষে) কিছু পরিমাণ বিদ্যুৎ আছে ও তাহাদের কোনও না কোনরূপ পোটেনশ্যালও আছে। সাধারণ অবস্থায় সকল ভূমংগ বস্তুর পোটেনশ্যাল সমান ও তাহা পৃথিবীর পোটেনশ্যালের সহিত সমান। এই পোটেনশ্যালকে শূন্য ধরা হয়, স্তুরাং সাধারণ বস্তুতে কিছুই পোটেনশ্যাল নাই। এখন যদি কোন সাধারণ বস্তু হইতে কিছু বিদ্যুৎ লওয়া যায় তাহা হইলে ইহার পোটেনশ্যাল কমিবে অর্থাৎ শূন্যের নীচে যাইবে বা নেগেটিভ ( Negative ) হইবে, বস্তুটিকে তখন বলা হয় নেগেটিভ পোটেনশ্যালের বা নেগেটিভ ভাবে বিদ্যুত্বান্ (Negatively Charged)। আর যদি কোন সাধারণ অবস্থার বস্তুতে কিছু বিদ্যুৎ দেওয়া যায় তাহা হইলে ইহার পোটেনশ্যাল বৃদ্ধি পাইবে অর্থাৎ শূন্যের উপর উঠিবে বা পজিটিভ ( Positive ) হইবে, এবং বস্তুটিকে তখন বলা হয় পজিটিভ পোটেনশ্যালের বা পজিটিভ ভাবে বিদ্যুত্বান্ ( Positively Charged )।



চিত্র—৮৫

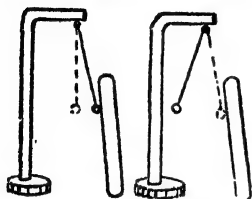
বিদ্যুৎকরণ(Electrification):—

পর্যথ (১) (ক) একটি কাঁচদণ্ডকে সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া কাঁচদণ্ডটিকে অথবা সিল্ক-রুমালটিকে ছোট ছোট কাগজের টুকরা বা কুটা

প্রভৃতি হালকা দ্রব্যের উপর ধরিলে দেখা যায় যে কাগজের টুকরা বা

কুটাগুলি বারংবার আকৃষ্ট হইয়া দণ্ডের বা রুমালের গায়ে লাকাইয়া উঠে ও মুহূর্তকাল লাগিয়া থাকিয়া পুনরায় পড়িয়া যায়। (চিত্র—৮৫)।

(খ) ঠিক এইরূপে একটি ইবনাইট দণ্ডকে ফ্লানেল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া কাগজ বা কুটার টুকরা লইয়া পরখ করিলে দেখা যায় যে ঐরূপই ঘটে।



চিত্র—৮৬, ৮৭

**পিথ বল ইলেকট্রোস্কোপ**  
(Pith Ball Electroscope) :—একটি সোলার গুলিকে সিল্কের হুতা বাঁধিয়া ঝুলাইয়া একটি সিল্ক দ্বারা ঘষিত কাঁচদণ্ড তাহার নিকটে আনিলে গুলিটি প্রথমে আকর্ষিত হইয়া কাঁচদণ্ডকে স্পর্শ করে ও তৎপরেই নিষ্কিন্ত হয়। (চিত্র—৮৬, ৮৭) বিন্দুরেখা পূর্বাবস্থা নির্দেশ করিতেছে।

অতএব দেখা বাইতেছে যে ঘর্ষণের পর কাঁচ, ইবনাইট, সিল্ক বা ফ্লানেল নূতন গুণ প্রাপ্ত হয়, এই গুণের হেতু উহাদের বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্তি বা চলিত ভাষায় বিদ্যুত্বান হওয়া। ঘর্ষণ দ্বারা একটি বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসৃত হইয়া অপর বস্তুটিতে প্রযুক্ত হয়, ইহাই বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্তির কারণ।

একটি বস্তু হইতে বিদ্যুৎ গ্রহণ ও তাহা অপর বস্তুতে দান, একটি বস্তুর সহিত অপর একটি বস্তুর ঘর্ষণ দ্বারা করা যায় এই জন্তই ইহাকে ঘর্ষণজাত বিদ্যুৎ বলে। ঘর্ষণ কালে ঘর্ষণের জন্ত যে কার্যশক্তি লাগে তাহা বিভিন্ন পোটেনস্যাঙ্গে স্থিত বিদ্যুৎরূপ “বৈদ্যুতিক শক্তি”তে পরিণত হয়।

**সুগুপ্ত সমাপন্ন বিদ্যুৎ সঞ্জন** :—পূর্বেই বলা হইয়াছে, ঘর্ষণকালে একট বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসৃত হইয়া অপর একটি বস্তুতে প্রবিষ্ট হওয়া, বস্তু দুইটির বিদ্যুত্বান হইবার কারণ। সুতরাং স্পষ্টতই একটি বস্তুর যে পরিমাণ বিদ্যুৎ হ্রাস হয় অপর বস্তুটির ঠিক সেই পরিমাণ বিদ্যুৎলাভ হয় এবং যদি তাহাদের পরস্পরকে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে একটির বাড়তি বিদ্যুৎ অপরটিতে

যাইয়া তাহার অভাব মোচন করতঃ উভয়েই সাধারণ অবস্থায় অর্থাৎ অবৈদ্যুতিক অবস্থায় আসিবে। ইহা নিম্নলিখিত পরখ দ্বারা জানা যায়। (চিত্র—২১)



পরখ (২) একটি কাঁচদণ্ডকে সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘষিয়া টুকরা কাগজ লইয়া পৃথক ভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে উভয়েই বিদ্যুদ্বান্ হইয়াছে। এখন ঐ রুমালকে বেশ করিয়া কাঁচদণ্ডের ঐক্রে জড়াইয়া দিয়া এই রুমাল পরিবেষ্টিত দণ্ডকে কাগজের টুকরা প্রভৃতি হালকা বস্তুর উপর ধরিলে দেখা যাইবে যে আর উহার চিত্র—৮৮ আকৃষ্ট হয় না। ঠিক সেইরূপ ইবনাইট দণ্ডকে ক্লানেল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উভয়কে পৃথক ভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে উভয়েই বিদ্যুদ্বান্, কিন্তু ক্লানেলটিকে ইবনাইট দণ্ডের ঘর্ষিত স্থানের উপর জড়াইয়া এই ক্লানেল আবৃত দণ্ডকে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে উহার বৈদ্যুতিক অবস্থা কিছুই নাই। সুতরাং এই পরখ হইতে প্রমাণিত হয় যে ঘর্ষণকালে একই সঙ্গে সমপরিমাণ বিপরীত বৈদ্যুতিক অবস্থার সৃষ্টি হয়, নচেৎ একত্রিত হইলে উহাদের অবৈদ্যুতিক অবস্থায় হইতে পারে না। (চিত্র—৮৮)

(দ্রষ্টব্য) —কোন বস্তু বিদ্যুদ্বান্ কিনা দেখিবার সহজ উপায় ‘উহার দ্বারা কাগজের টুকরা বা কুটা প্রভৃতি হালকা বস্তু আকৃষ্ট হয় কিনা।’ বস্তুটি বিদ্যুদ্বান্ হইলে এই পদার্থগুলি পুনঃ পুনঃ আকৃষ্ট ও উহার গাত্র স্পর্শ করতঃ নিক্ষিপ্ত হয়। গোল্ড-লীফ-ইলেকট্রোস্কোপ (Gold Leaf Electroscope) নামে একটি যন্ত্রের সাহায্যে ইহা সুচারুরূপে পরীক্ষিত হয়। অতএব আমরা দেখি ঘর্ষণকালে একটি বস্তু পঙ্জিতিত ভাবে ও অপরটি নেগেটিভ ভাবে বিদ্যুদ্বান্ বা চার্জড হয়। নিম্ন তালিকায় কতকগুলি পদার্থের নাম এরূপ ভাবে লিপিবদ্ধ হইয়াছে যে তাহাদের মধ্যে যে কোন দুইটি লইয়া ঘর্ষণ করিলে যাহার নাম পূর্বে আছে তাহা পঙ্জিতিত ভাবে বিদ্যুদ্বান্ হইবে।

আস্বেষ্টস্ (Asbestos)  
লোম (Fur)  
ফ্লানেল (Flannel)  
গজদন্ত (Ivory)  
কাঁচ (Glass)  
তুলা (Cotton)  
কাগজ (Paper)  
রেশম (Silk)  
হাত (The hand)  
কাঠ (Wood)

ধাতু (Metal)  
ভারতীয় রবার (India Rubber)  
গালা (Sealing wax)  
রজন (Resin)  
আম্বার (Amber)  
গন্ধক (Sulphur)  
গাটা-পার্চা (Gutta Parcha)  
কলোডিয়ান (Collodian)  
গান-কটন (Gun Cotton)

**পরিচালক (Conductors), অপরিচালক (Non-conductors or Insulators) ও অর্ধচালক (Semi-Conductors) :**—পরিচালক বা কণ্ডাক্টার :—দেখা যায়, যে কোন বস্তু দ্বারা ঘর্ষিত হউক না কেন, রোপা, তাম্র, লৌহ প্রভৃতি বস্তু হস্ত দ্বারা ধৃত থাকিলে কোনরূপ বিদ্যুৎস্তর পরিচয় দেয় না, আবার কাঁচ, সিল্ক, পশম প্রভৃতি বস্তু বিদ্যুৎদ্বান্ হয়। তাহার কারণ এই যে ধাতু, অম্ল, ধাতব লবণ, শরীর ইত্যাদি কতকগুলি বস্তু নিজেদের উপর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে দেয়, সুতরাং তাহারা যদি শরীর বা এবস্ত্রকার অথবা কোন বস্তু দ্বারা পৃথিবীর সহিত সংলগ্ন থাকে তাহা হইলে তাহাদের বিদ্যুৎদ্বতা নষ্ট হইয়া যায় অর্থাৎ বিদ্যুৎ পৃথিবীকে দান করিয়া যদি তাহারা পজিটিভ ভাবে বিদ্যুৎদ্বান্ হইয়া থাকে বা পৃথিবী হইতে বিদ্যুৎ গ্রহণ করিয়া যদি নেগেটিভ ভাবে বিদ্যুৎদ্বান্ হইয়া থাকে। তাহাতে পৃথিবীর বৈদ্যুতিক অবস্থা বা পোটেনস্যালের কিছুনাড় পরিবর্তন ঘটে না, কারণ তুলনায় পৃথিবী অতীব বৃহৎ। এবস্ত্রকার বস্তু যাহারা এক স্থান হইতে অন্য স্থানে বিদ্যুৎ-চালনাক্ষম তাহাদিগকে পরিচালক বা কণ্ডাক্টার বলে। কাঁচ, সিল্ক, বায়ু প্রভৃতির মত বস্তু নিজেদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে দেয় না। সুতরাং হস্তদ্বারা ধৃত থাকিলেও তাহাদের বিদ্যুৎদ্বতা নষ্ট হয় না, এই জ্ঞত্বই ঘর্ষণের পর তাহাদিগকে বিদ্যুৎদ্বান্ দৃষ্ট হয়। এবস্ত্রকার বস্তু যাহাদের

মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে পারে না তাহাদিগকে অপরিচালক, ইনসুলেটর বা ননকণ্ডাক্টর বলে। আবার এক্রপ কতকগুলি বস্তু আছে যাহারা ভাল পরিচালকও নয় বা ভাল অপরিচালকও নয়, তাহাদিগকে অর্ধচালক বলে। নিম্নে ইহাদিগের তালিকায় সৰ্ব্বাপেক্ষা ভাল পরিচালকের নাম অগ্রে ও অপরিচালকের নাম শেষে লেখা হইয়াছে।

### কণ্ডাক্টর (Conductor)।

রৌপ্য।	অপর্যাপর ধাতু।	পারদ।	অম্ল (acid)।
তাম্র।	মিশ্র ধাতু।	কয়লা।	ধাতব লবণ।

### অর্ধ কণ্ডাক্টর (Semi-Conductor)।

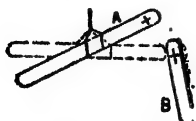
জল।	কাঠ।	আস্বেস্টন্স।
শরীর।	মার্কেল প্রস্তর।	গজদন্ত।
তুলা।	কাগজ।	প্লেট প্রস্তর।

### নন-কণ্ডাক্টর (Non-Conductor or Insulator)।

তৈল।	গন্ধক।	ইবনাইট।	কোয়ার্ট্‌স্‌।
চিনামাটি।	রজন।	প্যারাক্সিন।	বায়ু।
পশম।	রবার।	অত্র।	
রেসম।	গালা।	কাঁচ।	

N. B.—যদিও ইহাদের মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহিত হইতে পারে না তথাপি শক্তির চাপের আধিক্য হইলে ইনসুলেসনের মাত্রাও অধিক করিতে হয়। নতুবা অবস্থা হিসাবে ইহাদের কেহ কেহ কণ্ডাক্টরের কাণ্ড করে।

বিদ্যুতের রকম ও তাহাদিগের নিজেদের উপর কার্যাবলী :—

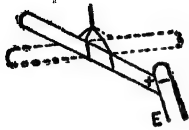


চিত্র—৮৯

(পর্য্য ৩) (ক) একটি কাঁচদণ্ডের এক শেষ ভাগ সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘষিয়া বিদ্যুৎ আধান করিয়া দণ্ডটিকে মাঝখানে সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া

দিয়া পরে আর একটি কাঁচদণ্ডকে বিদ্যুৎ আধান করিয়া ঝুলাইত দণ্ডের বিদ্যুৎ আধান শেষ ভাগের নিকট লইয়া আসিলে দেখা যায় যে ঝুলাইত কাঁচদণ্ডটি নিক্ষেপণ হেতু ঘুরিয়া যাইতেছে (চিত্র—৮৯)।

(খ) কিন্তু যদি ঝুলায়িত কাঁচদণ্ডের নিকট ফ্লানেল দ্বারা বিদ্যুদ্বান্ ইবনাইট দণ্ড লইয়া আসা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে উহা আকৃষ্ট



চিত্র—২০

হইয়া নিকটে চলিয়া আসিতেছে (চিত্র—২০)।

(গ) ইবনাইটের পরিবর্তে সিল্কের ক্রমাটি আনিলেও কাঁচ দণ্ডটিকে আকর্ষিত হইতে দৃষ্ট হইবে। (ঘ) কিন্তু ফ্লানেলটিকে কাঁচদণ্ডের

নিকট আনিলে উহা নিক্ষিপ্ত হইবে। ঠিক

এইরূপে ইবনাইটকে বিদ্যুদ্বান্ করিয়া ঝুলাইয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে বিদ্যুদ্বান্ সিল্ক বা ইবনাইট দ্বারা নিক্ষিপ্ত ও কাঁচদণ্ড বা ফ্লানেল দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

এই পরীক্ষাগুলি হইতে প্রমাণ হয় যে—(১) কাঁচদণ্ডের যে বৈদ্যুতিক অবস্থা হয় ফ্লানেলেও সেই বৈদ্যুতিক অবস্থা (ক ও খ হইতে) হয়।

(২) বৈদ্যুতিক অবস্থা দুই প্রকার অতএব দুই প্রকার ফল দৃষ্ট হয়।

(৩) “অল্পরূপ বিদ্যুদ্বান্ বস্তুদ্বয়ে নিষ্ক্ষেপণ ও বিপরীত বিদ্যুদ্বান্ বস্তুদ্বয়ে আকর্ষণ হয়।”

**আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপণ বলের নিয়ম :—**(বিরূপ বর্গ নিয়ম)। দুইটি বিদ্যুদ্বান্ বস্তু যে বলের দ্বারা আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপ করে তাহা চুম্বক বলের মত (১) বিদ্যুৎ পরিমাণদ্বয়ের গুণ ফলের অল্পরূপ ও (২) তাহাদের ব্যবধানের বর্গের বিরূপ। অর্থাৎ—

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}, \quad F = \text{বল} \quad \begin{array}{l} Q_1 \text{ ও } Q_2 = \text{বিদ্যুৎদ্বয়ের পরিমাণ} \\ d = \text{তাহাদিগের ব্যবধান} \end{array}$$

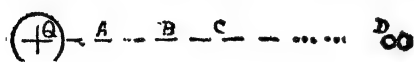
‘একক’ বিদ্যুৎ পরিমাণ :—দুইটি সমপরিমাণ বিদ্যুৎকে একক দূরত্ব ( ১ সেমি ) ব্যবধানে রাখিলে যদি তাহারা একক বলের দ্বারা ( ১ ডাইন ) আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপ করে, তাহাদিগকে এক ‘সি, জি, এস’ স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক ( One C. G. S. Electro-static unit ) বলে। ইহা উল্লিখিত

$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$  হইতে পাওয়া যায়। (একক মেক্সভের সংজ্ঞা স্রষ্টব্য)।

এই এককটি অত্যন্ত ছোট বলিয়া ব্যবহার হয় না। ইহা অপেক্ষা  $৩ \times ১০^৯$  গুণ বড় পরিমাণকে ব্যবহার্য্য একক ধরা হয়, ইহাকে (Coulomb) বলে। বহুমান বিদ্যুতে অপর একটি একক ব্যবহার হয়।

**পোটেনস্যাল ( Potential ) :—**ইহা পূর্বে বর্ণিত হইয়াছে। এখন কার্যের সহিত সম্বন্ধ দেখাইয়া ইহার পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণিত হইবে। পৃথিবীর পোটেনস্যালকে শূন্য ধরা হয়, কারণ ইহা এত বৃহৎ যে আমাদের ব্যবহার্য্য বিদ্যুৎ ইহার পোটেনস্যালকে বদলাইতে পারে না। বস্তুতঃ সঠিক শূন্য (Absolute Zero) পোটেনস্যাল অনন্ত দূরত্বে, কারণ কোন বিদ্যুদ্বান্ব বস্তুর বল অনন্তে নিশ্চয়ই শূন্য এবং এক এককের পোটেনস্যাল—সঠিক সংজ্ঞা প্রদানে এই পোটেনস্যালকেই শূন্য ধরিতে হইবে। কিন্তু যে পোটেনস্যালকেই শূন্য ধরা যাউক না কেন দুইটি বিন্দুর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি ( P. D. ) একই হইবে এবং কার্যকালে এই পোটেনস্যাল পার্থক্যই প্রয়োজন হয়।

ধরা যাউক যেন Q একটি পজিটিভ বিদ্যুৎ সম্পন্ন বস্তু (চিত্র—২১) ও ইহার নিকটে আর অল্প কোন বিদ্যুৎ নাই। তাহা হইলে পোটেনস্যাল Q বিন্দুতে পজিটিভ হইতে ক্রমান্বয়ে কমিতে কমিতে অনন্তে সর্বত্র শূন্যে



পরিণত হইতেছে। আর ধরা যাউক যেন অনন্তে

চিত্র—২১

D বিন্দুতে একটি একক

পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে। এই একক বিদ্যুৎকে অনন্ত হইতে C বিন্দুতে আনিতে হইলে, Q বিন্দুতে স্থিত বিদ্যুতের নিক্ষেপণ বলের বিরুদ্ধে ইহার উপর কার্য করিতে হইবে। অতএব ‘একক’ বিদ্যুৎটী যখন C বিন্দুতে উপস্থিত হইল তখন উহা আবহিক শক্তি বা পোটেনস্যাল এনার্জি

সম্পন্ন হইল এবং এই আবস্থিক-শক্তির পরিমাণ, উহাকে C বিন্দুতে আনিতে যে পরিমাণ কার্য্য করিতে হয়, তাহার সহিত সমান। স্পষ্টতঃই B বিন্দুতে আনিতে আরও অধিক কার্য্য করিতে হইবে এবং A বিন্দুতে আনিতে তদপেক্ষা অধিক কার্য্য করিতে হইবে। এই সকল করিতে যে সকল কার্য্য করিতে হইবে তাহা নিষ্ক্ষেপণবলের উপর নির্ভর করিতেছে এবং এই নিষ্ক্ষেপণবল ‘মধ্যগ’ বা মিডিয়াম (medium), Q বিন্দুর বিদ্যুৎ পরিমাণ ও তাহা হইতে ব্যবধানের উপর নির্ভর করে, অর্থাৎ Q হইতে ক্রমশঃ বর্হিদ্ধিকে পোটেনস্যালের পরিবর্তনের মত। সুতরাং সম্ভাব্যতঃই এই কার্য্যের সহিত পোটেনস্যালের ঘনিষ্ট সম্বন্ধ আছে। যদি একক পজিটিভ বিদ্যুৎকে অনন্ত হইতে C বিন্দুতে আনিতে  $V_3$  ‘আর্গ’ (erg) কার্য্য করিতে হয় তাহা হইলে Q বিন্দুর বিদ্যুৎ জনিত ঐ C বিন্দুর পোটেনস্যাল  $V_3$  স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক। ঠিক সেইরূপ B বিন্দুতে আনিতে যদি  $V_2$  আর্গ কার্য্য করিতে হয় তাহা হইলে ঐ B বিন্দুতে Q বিন্দুর বিদ্যুৎ হেতু পোটেনস্যালের পরিমাণ  $V_2$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক। এবং B ও Cএর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি ( $V_2 - V_3$ ) স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক। Q বিন্দুস্থিত বিদ্যুৎবান্ বস্তুটিতে একক বিদ্যুৎটিকে আনিতে যদি  $V_1$  ‘আর্গ’ কার্য্য ব্যয় হয় তবে ঐ Q বিন্দুর বা বস্তুটির পোটেনস্যাল পরিমাণ  $V_1$  স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক।

যদি ঐ বস্তুটিতে পজিটিভ বিদ্যুৎ না থাকিয়া নেগেটিভ বিদ্যুৎ থাকে (চিত্র—২২) তাহা হইলেও পূর্বোক্ত যুক্তিই চলিবে, কেবলমাত্র মনে রাখিতে হইবে যে এস্থলে নিষ্ক্ষেপণ বল না হইয়া আকর্ষণ বল হইবে ও

(৫) —  $\frac{A}{r} - \frac{B}{r} - \frac{C}{r} - \dots \dots \dots \frac{D}{r}$  অনন্ত হইতে অগ্রসর হইতে হইলে একক পজিটিভ বিদ্যুৎ-

চিত্র—২২

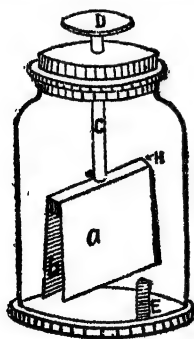
টির উপর কার্য্য করিতে

হইবে না, উহা নিজেই কার্য্য করিবে। ইহা হইতে পোটেনস্যালের



এই সংজ্ঞা পাওয়া যায়। “কোন বিদ্যুৎসম্পন্ন বস্তুর পরিবেষ্টনকারী রাজ্যের কোন বিন্দুর পোটেনশাল, পরিমাণে অনন্ত হইতে ঐ বিন্দু পর্যন্ত একটি একক পজিটিভ বিদ্যুৎকে আনিতে যে পরিমাণ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয় তাহার সহিত সমান”। এবং প্রমাণিত হইয়াছে যে এই কার্যের পরিমাণ  $= \frac{Q}{r}$ ,  $Q$  = বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর বিদ্যুৎ পরিমাণ ও

$r$  = বিদ্যুদ্বান্ বস্তু হইতে বিন্দুটির দূরত্ব। দুইটি বিন্দুর মধ্যে পোটেনশাল পার্থক্য একটি একক বিদ্যুৎকে এক বিন্দু হইতে অপরটিতে লইয়া যাইতে যে পরিমাণ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয় তদ্বারা পরিমিত হয়। অতএব কোন বিন্দুর পোটেনশাল এক সি, জি, এস, (C. G. S.) স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক যদি অনন্ত হইতে ঐ বিন্দু পর্যন্ত একটি একক পরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎকে আনিতে বা আসিতে হইলে ১ আর্গ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয়। ইহার কোন বিশেষ নাম নাই ও ব্যবহার হয় না। ব্যবহার্য একককে ভোল্ট (Volt বলে, ভোল্ট স্থানীয় বৈদ্যুতিক এককের  $\frac{1}{300}$  অংশ। বহমান বিদ্যুতে পোটেনশাল



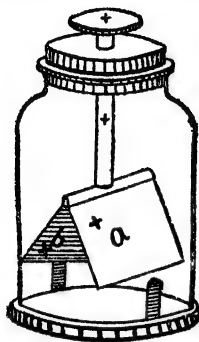
চিত্র—২৩

মাপিবার অপর একটি একক ব্যবহার হয়, তাহাকে সি, জি, এস চুম্বক-বৈদ্যুতিক (Electromagnetic) একক বলে। ইহা স্থানীয় বৈদ্যুতিক এককের  $3 \times 10^9$  অংশ। অতএব ভোল্ট =  $3 \times 10^9$  চুম্বক বৈদ্যুতিক একক।

গোল্ড লীফ্ ইলেকট্রোস্কোপ (Gold leaf Electroscope) :—

একটি বিদ্যুৎ পরীক্ষক যন্ত্রের বর্ণনা হইবে। ইহাকে গোল্ড লীফ্ ইলেকট্রোস্কোপ বলে, কারণ ইহাতে দুই টুকরা সোণার পাত ব্যবহার হয় (চিত্র—২৩)।

ইহাতে C, পিত্তল দণ্ডে সংযুক্ত D একটি পিত্তল চাকতি এবং A ও B দুইটি সোণার পাত, E একটি কাঁচের জার, দুইটি ধাতব পাত ইহাতে আছে, ইহার ঐ জারের গাত্রে সংলগ্ন ও পৃথিবীর সহিত সংযুক্ত হইতে পারে।



চিত্র-২৪

যদি D চাকতিতে বিদ্যুৎ দেওয়া যায় তাহা হইলে ঐ বিদ্যুৎ C, দণ্ডে ও A ও B স্বর্ণপাতে বিস্তৃত হইবে। এবং যেহেতু অনুরূপ বিদ্যুৎ পরস্পরকে নিক্ষেপ করে, নিক্ষেপণ হেতু স্বর্ণপাত দুইটি ফাঁক হইয়া যাইবে (চিত্র-২৪)।

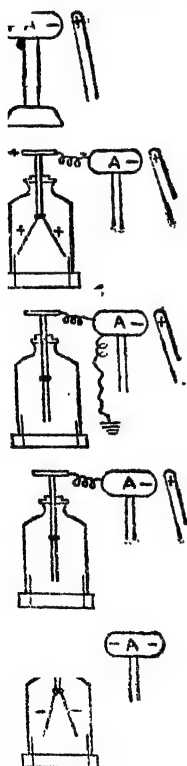
স্বর্ণপাত দুইটিতে বিদ্যুতের পরিমাণ যত অধিক হইবে, উহার তত অধিক ফাঁক হইবে। এবং উহাদের নিকট ভূসংলগ্ন ধাতব পাতদ্বয় থাকায় উহার অপেক্ষাকৃত অধিক ফাঁক হইবে, ইহার কারণ সম্ভাবন পড়িলে বুঝা যাইবে।

এই যন্ত্রের সাহায্যে কোন বস্তু বিদ্যুৎ কিনা পরীক্ষা করা যায়। বস্তুটিকে D চাকতির সহিত স্পর্শ করাইলে যদি স্বর্ণপাত ফাঁক হয় তাহা হইলে উহা বিদ্যুৎ। বস্তুটিকে D চাকতির সহিত না ঠেকাইয়া উহার নিকটে আনিলেই যদি উহা বিদ্যুৎ হয় তাহা হইলেও স্বর্ণপাত দুইটি ফাঁক হইবে। ইহার কারণ সম্ভাবন হইতে বুঝা যাইবে।

দ্রষ্টব্য—এই যন্ত্রটিতে স্বর্ণপাত ব্যবহার করিবার কারণ এই যে স্বর্ণের খুব পাতলা পাতলা পাত প্রস্তুত হইতে পারে ( ১ ঘন ইঞ্চি পরিমাণ স্বর্ণ হইতে প্রায় ৩০০০০০ বর্গ ইঞ্চি বিস্তৃত পাত হইতে পারে )। যদিও স্বর্ণ অধিকাংশ ধাতু অপেক্ষা ভারী, ইহার পাত এত পাতলা হইতে পারে যে অল্প যে কোন ধাতুর সমবিস্তৃতির পাত অপেক্ষা ইহার পাত হাল্কা। এবং ( Sensitive ) যন্ত্র প্রস্তুত করিতে হইলে খুব হাল্কা পাতই প্রশস্ত। বাহ্যে সামান্য বিদ্যুৎ পরিমাণের ক্ষীণ বল ( নিক্ষেপণ ) দ্বারা হাল্কা পাত সহজেই অধিক ফাঁক হয়। ইহার দ্বিতীয় সুবিধা এই যে পাতের স্থূলতা অতি অল্প হওয়ায় ফাঁক হইতে বিশেষ বাধা পায় না।

## পঞ্চম পরিচয়

সম্ভাবন বা ইণ্ডাকশন (Induction) :—



একটি পরিচালকের নিকট একটি বিদ্যুদ্বান বস্তু লইয়া আসিলে পরিচালকটিতে বিদ্যুৎ সম্ভাবিত হয়, পরিচালকটির যে অংশ বিদ্যুদ্বান বস্তুর নিকটে থাকে তথায় বিপরীত বিদ্যুৎ ও যে অংশ দূরে থাকে তথায় অনুরূপ বিদ্যুৎ সম্ভাবনে সৃষ্ট হয়, এবং এই সম্ভাবিত অনুরূপ ও বিপরীত বিদ্যুদ্বয় পরিমাণে সমান। সম্ভাবনকালে স্পর্শ করিলে অনুরূপ বিদ্যুৎ সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নিক্ষিপ্ত হয় বলিয়া পৃথিবীতে চলিয়া যায় কিন্তু বিপরীত বিদ্যুৎ পারে না, কারণ উহা সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা আকর্ষিত হইয়া থাকে। এইজন্য সম্ভাবিত বিপরীত বিদ্যুৎকে বন্ধ বিদ্যুৎ (Bound Charge) ও অনুরূপ বিদ্যুৎকে স্বাধীন বিদ্যুৎ (Free Charge) বলে। (চিত্র—২৫)।

(পর্যায় ১) A একটি পরিচালক, ইহা অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত ও উহার নিকটে একটি পজিটিভ বিদ্যুদ্বান বস্তু আছে। এবং উহাদের মধ্যে কিছু ফাঁক আছে অর্থাৎ উহাদের ব্যবধানে অপরিচালক (বায়ু) আছে চিত্র—২৫।

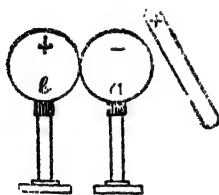
একটি তার দিয়া A কে গোল্ডলীফ ইলেকট্রোস্কোপে সংযুক্ত চিত্র—২৫, ২৬, ২৭, ২৮, ২৯। করিলে স্পর্শাত ছুইটি ফাঁক হইবে (চিত্র—২৬)। ইহা হইতে দেখা যায় যে A বিদ্যুদ্বান হইয়াছে।

(২) এখন যদি Aকে স্পর্শ করা যায় বা তার দ্বারা ভূ-সংলগ্ন করা হয় তাহা হইলে স্বর্ণপাতদ্বয় বৃজিয়া যাইবে, চিত্র—১৭, Aএর বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চলিয়া যাওয়ার দরুন উহার অবৈদ্যুতিক অবস্থা হইল (চিত্র—১৮)।

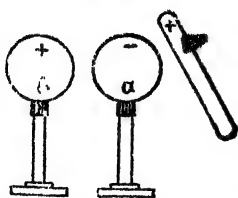
(৩) আর যদি এখন বিদ্যুদ্বান বস্তুকে সরাইয়া লওয়া হয় তাহা হইলে দেখা যায় স্বর্ণপাত পুনরায় ফাঁক হয় (চিত্র—১৯)।

(৪) কিন্তু যদি Aকে স্পর্শ না করিয়া বিদ্যুদ্বান বস্তুকে সরাইয়া লওয়া হয় তাহা হইলে স্বর্ণপাত বৃজিয়া যায়।

এইগুলি হইতে বুঝা যায় যে Aতে বিদ্যুৎ সৃষ্ট হইয়াছে ও সমপরিমাণে দুইটি বিপরীত বিদ্যুৎ সৃষ্ট হইয়াছে। তন্মধ্যে একটি সর্বদাই সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নিকৃষ্ট হইতেছে ও অপরটি আকর্ষিত হইতেছে, এইজন্যই তার দ্বারা সংযোগ করিলে ইলেকট্রোস্কোপের স্বর্ণপাতে এই নিকৃষ্ট বিদ্যুৎ চলিয়া যায় ও তদ্বর্ণন স্বর্ণপাতদ্বয় ফাঁক হয়। পরে হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিলে এই নিকৃষ্ট বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চলিয়া যায়, কিন্তু অপর বিদ্যুৎটি আকর্ষিত হইয়া আছে বলিয়া পালাইতে পারে না, Aএর সর্বত্র বিস্তৃত হইতেও পারে না,



চিত্র—১০০



চিত্র—১০১

নিকৃষ্টপন হয়। আবার Aর সহিত Bকে সংযুক্ত করিয়া দিলে উহার অবৈদ্যুতিক

অবস্থায় যায়। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে সমপরিমাণে দুই প্রকার বিদ্যুৎই সম্ভাবিত হয়, তন্মধ্যে বিপরীতটি আকর্ষিত হইয়া নিকটবর্তী ভাগে থাকে ও অনুরূপটি নিক্ষেপন হেতু দূরবর্তী স্থানে চলিয়া যায়।

মধ্যগের সম্ভাবনী ক্ষমতা (Inductive Capacity):—পর্য. (ক) সিক্স দ্বারা ঘষিয়া একটি কাঁচদণ্ডকে বিদ্যুৎদান করিয়া ইলেকট্রোস্কোপের নিকট ধরিলে দেখা যাইবে যে



চিত্র—১০২

স্বর্ণপাত ফাঁক হইবে। ইহার কারণ “সম্ভাবন” হয়। সম্ভাবন হইতে বিপরীত বিদ্যুৎ চাকতির উপর এবং অনুরূপ বিদ্যুৎ স্বর্ণপাতের উপর (কারণ ইহা চাকতি অপেক্ষা দূরবর্তী) আশ্রয় লয়। এই সম্ভাবিত অনুরূপ বিদ্যুৎ হেতু পাতদ্বয় ফাঁক হয়। এস্থলে ইলেকট্রোস্কোপ ও কাঁচদণ্ডের ব্যবধানে বায়ু আছে, সুতরাং বায়ু ‘মধ্যগের’ মধ্য দিয়া সম্ভাবন ক্রিয়া হইতেছে (চিত্র—১০২)।

(খ) এখন যদি বায়ুর পরিবর্তে কাঁচ বা অস্ত্র কোন অপরিচালককে উহাদের



চিত্র—১০৩

ব্যবধানে রাখিয়া মধ্যগকে বদলাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে পাতদ্বয়ের মধ্যে ফাঁক বাড়িয়া যায়, (চিত্র—১০৩)। সুতরাং পাতদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ বল অধিক হইতেছে, অতএব তাহাদের উপর অধিকতর বিদ্যুৎ সম্ভাবিত হইয়াছে, অর্থাৎ সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়াছে।

এইরূপে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে প্রায়

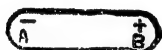
প্রত্যেক কঠিন বা তরল অপরিচালক ‘মধ্যগ’ হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা অধিক হয় অর্থাৎ বায়ু অপেক্ষা ইহারা অধিক সম্ভাবন ঘটাইতে পারে। বায়ুর সহিত তুলনায় ইহারা যতগুণ সম্ভাবন ঘটাইতে পারে তাহাকে ইহাদের ‘সম্ভাবনী ক্ষমতা’ বলে।

সম্ভাবনের অনুমান (Theory of Induction):—অপরিচালকের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে পারে না, সেই জন্ত অনুমান হয় যে চাপ পার্থক্য হেতু বিদ্যুৎ প্রবাহের চেষ্টা হইলে অপরিচালকদের মধ্যে আবহিক পরিবর্তন ঘটে,—সেই হেতু উহারা বিপরীতদিকে সমান চাপ দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে সক্ষম হয়, কিন্তু পরিচালকদের মধ্যে এই আবহিক পরিবর্তন ঘটে না বলিয়া উহারা বিপরীত দিকে চাপ দিতে অক্ষম

হয়, হুতরাং উহাদের উপর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, যাবৎ সর্বত্র চাপ বা পোটেনশ্যাল সমান না হয়। যদি অনুমান করা যায় যে ঘরের মধ্যে কোন বস্তুতে  $Q$  পরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে, তাহা হইলে এই বিদ্যুৎ হেতু চারিদিকে অপরিচালক মধ্যগের (বায়ু) মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ বা পোটেনশ্যাল সৃষ্ট হইবে এবং এই চাপ বা পোটেনশ্যাল ঐ বিদ্যুৎবাহী বস্তুটির নিকট হইতে প্রথমতঃ অতি দ্রুত কমিতে থাকিবে ও যতই ভূ-সংলগ্ন বস্তুর নিকটে অগ্রসর হওয়া যাইবে ইহা অর্থাৎ পোটেনশ্যাল ততই ক্রমশঃ কমিয়া ভূ-সংলগ্ন বস্তুতে শূন্যে পরিণত হইবে। হুতরাং যদি কোন স্থানে  $A$  ও  $B$  দুইটি বিন্দু লওয়া যায়, (চিত্র—১০৪), তাহা হইলে  $A$  বিন্দুর চাপ বা পোটেনশ্যাল  $B$  বিন্দুর চাপ বা পোটেনশ্যাল অপেক্ষা অধিক। এই চাপ বা পোটেনশ্যাল পার্থক্য হেতু  $A$  হইতে  $B$  বিন্দুতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইবার চেষ্টা করিতেছে। কিন্তু 'মধ্যগ' (বায়ু) অপরিচালক



চিত্র—১০৪



চিত্র—১০৯

বলিয়া উহার আবহিক পরিবর্তন ঘটিতেছে, তজ্জন্ত উহা বিপরীত দিকে সমান চাপ দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে সক্ষম হইতেছে। এখন যদি  $A$  ও  $B$  বিন্দুদ্বয়কে একটি পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করা যায় (চিত্র—১০৯), তাহা হইলে যেহেতু উহার আবহিক

পরিবর্তন ঘটে না, উহা বিপরীতদিকে চাপ প্রদানে অক্ষম,—চাপ বা পোটেনশ্যাল পার্থক্য হেতু উহার উপর দিয়া  $A$  হইতে  $B$  বিন্দুতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে  $A$  হইতে  $B$ র দিকে বিদ্যুৎ ততক্ষণ অপসৃত হইবে যে পর্যন্ত না  $A$   $B$  পরিচালকের সর্বত্র পোটেনশ্যাল সমান হয়। অতএব স্পষ্টই দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে পরিচালকের  $A$  বিন্দুতে সাধারণ অবস্থা অপেক্ষা কম বিদ্যুৎ থাকিবে কারণ এখান হইতে বিদ্যুৎ সরিয়া যাইতেছে অর্থাৎ  $A$  বিন্দুতে নেগেটিভ বিদ্যুৎ হইল এবং  $B$  বিন্দুতে সাধারণ অবস্থা অপেক্ষা সমপরিমাণ অধিক বিদ্যুৎ হইল কারণ ঐ অপসৃত বিদ্যুৎ এখানে আসিয়াছে, অর্থাৎ  $B$  বিন্দুতে সমপরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎ হইল। এখন  $Q$  হইতে বহির্দিকে কিরূপে পোটেনশ্যাল প্রথমতঃ অতি দ্রুত কমিতে থাকে তাহা যদি স্মরণ করা যায় তাহা হইলে ইহা সহজেই প্রতীয়মান হইবে যে  $A$   $B$  কে যত  $Q$ র সম্মিহিত করা যাইবে,  $A$  ও  $B$  এর মধ্যে ততই অধিক পোটেনশ্যাল পার্থক্য হইবে, হুতরাং  $A$  হইতে  $B$  তে ততই অধিক পরিমাণ

বিদ্যুৎ অপসৃত হইবে, অর্থাৎ সম্ভাবনের তীব্রতা ততই অধিক হইবে। এখন যদি  $Q$  পজিটিভ না হইয়া নেগেটিভ হয়, তাহা হইলে ইহার চাপ বা পোটেনস্যাল পৃথিবীর বা ভূ-সংলগ্ন বস্তুদের পোটেনস্যাল অপেক্ষা কম। অতএব  $Q$  হইতে বহির্দিকে যতই দূরে বাওয়া যাইবে পোটেনস্যাল ততই বাড়িতে থাকিবে। সুতরাং  $B$  বিন্দুর পোটেনস্যাল  $A$  বিন্দুর পোটেনস্যাল অপেক্ষা অধিক। অতএব  $A$  ও  $B$  কে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করিলে  $B$  হইতে বিদ্যুৎ অপসৃত হইয়া  $A$  বিন্দুতে ততক্ষণ আদিবে যতক্ষণ না  $B$  এর পোটেনস্যাল কমিয়া ও  $A$ র পোটেনস্যাল বাড়িয়া  $A$  ও  $B$ র সর্বত্র সমপোটেনস্যাল হয়। অতএব দেখা গেল এস্থলে কিরূপে  $B$  নেগেটিভ ভাবে ও  $A$  পজিটিভ ভাবে বিদ্যুদ্বান্ হইল।

**সম্ভাবনীয় ক্ষমতা :**—বিদ্যুদ্বান্ বস্তু ও পরিচালকের ব্যবধানে বায়ু ‘মধ্যগ’ না হইয়া যদি কোন কঠিন বা তরল অপরিচালক মধ্যগ হয় তাহা হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়া যায়। এবং পরিচালকটি বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর নিকটবর্তী হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়া যায়। অতএব দেখা যাইতেছে যে বায়ুর পরিবর্তে কোন কঠিন অপরিচালকের ব্যবহারের ফল বায়ুর স্থলতা হ্রাস করা অর্থাৎ পরিচালকটিকে বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর সন্নিহিত করার সামিল। যথা ৫ সেটিমিটার পুরু অভ্র ১ সেটিমিটার পুরু বায়ুর সহিত সমান ফল প্রদ। অতএব অভ্রের সম্ভাবনীয় ক্ষমতা ৫।

**সম্ভাবন আকর্ষণের মূল :**—কাঁচদণ্ড বা কোন বস্তু বিদ্যুদ্বান্ হইলে কাগজের টুকরা বা কুটা প্রভৃতি হালকা বস্তুকে আকর্ষণ করে। তাহার কারণ এই যে বিদ্যুদ্বান্ বস্তুটি ঐ সকল বস্তুদের নিকটবর্তী হইলে সম্ভাবন হয়। সম্ভাবন হেতু বিপরীত বিদ্যুৎ-নিকটবর্তী স্থানে সৃষ্ট হয় ও অনুরূপ বিদ্যুৎ দূরবর্তী স্থানে সৃষ্ট হয়। সম্ভাবক বিদ্যুৎ ও সম্ভাবিত বিদ্যুৎ দ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ ও নিক্ষেপন হয়। তন্মধ্যে বিপরীত বিদ্যুৎটি নিকটবর্তী হওয়ায় আকর্ষণ বল নিক্ষেপণ বল অপেক্ষা অধিক, সুতরাং বস্তুটি আকর্ষিত হয়। আরও দৃষ্ট

হইবে যে আকর্ষিত হইয়া বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর সহিত স্পর্শিত হইলে উহা নিষ্কিপ্ত হয়। তাহার কারণ স্পর্শিত হইলে উহার সম্ভারিত বিপরীত বিদ্যুৎ সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নষ্ট হইয়া যায় ও পরে ঐ সম্ভাবক বিদ্যুতের কিছু অংশ স্পর্শহেতু উহাতে আইসে ও সেইজন্য অল্পরূপ বিদ্যুৎয়ে নিষ্কপন হেতু উহা নিষ্কিপ্ত হয়। এবং পরে ভূমিতে পড়িলে উহার বিদ্যুৎ নষ্ট হইয়া যায় সুতরাং পুনরায় সম্ভাবন হয় ও আকর্ষিত হয়।

**ধারণ ক্ষমতা (Capacity) :—**কোন বস্তুর বৈদ্যুতিক ধারণ ক্ষমতা বলিতে উহার বিদ্যুৎ ধারণ করিবার ক্ষমতাকে বুঝায়। বস্তুটির পোটেনশিয়ালকে একক পরিবর্তিত করিতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ লাগে, ইহা তদ্বারা পরিমিত হয়। অতএব একটি পরিচালকের ধারণ ক্ষমতা এক সি, জি, এস, স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক, যদি একক পরিমিত স্থানীয় বিদ্যুৎ দ্বারা উহার একক পরিমাণ স্থানীয় বৈদ্যুতিক পোটেনশিয়াল বৃদ্ধিত হয়। ইহার কোনও নাম নাই এবং কার্যোত্ত ব্যবহার হয় না। ব্যবহার্য একককে ‘ফ্যারাড’ (Farad) বলে। পরিচালকের ধারণ ক্ষমতা এক ফ্যারাড বলা যায় যদি এক ‘কুলম্ব’ (Coulomb) বিদ্যুৎ দ্বারা উহার পোটেনশিয়াল ১ ভোল্ট (Volt) বৃদ্ধিত হয়। ১ ফ্যারাড— $9 \times 10^{11}$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক।  $10^6$  ফ্যারাডকে মাইক্রো-ফ্যারাড (Microfarad) বলে। বহুমান বিদ্যুতে অপর একটি একক ব্যবহার হয়, তাহাকে সি, জি, এস, চুসক—বৈদ্যুতিক একক বলে এবং ইহা  $9 \times 10^{20}$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক বা  $10^9$  ফ্যারাড।

**গোলকের ধারণক্ষমতা বাসাক্ষের সহিত সমান :—**কারণ  $r$  ব্যাসার্ধের একটি গোলকে  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুৎ দিলে অনুমান করা যায় যেন বিদ্যুৎটি কেন্দ্রে আছে ও তাহা হইলে ঐ গোলকের উপরিস্থ যে কোন বিন্দু কেন্দ্র হইতে  $r$  দূরত্বে থাকায় তথাকার পোটেনশিয়াল



$\frac{Q}{r}$  । অতএব দেখা যাইতেছে  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুতের জন্য পোটেনশ্যল বৃদ্ধি হইতেছে  $\frac{Q}{r}$  । সুতরাং একক পরিমিত পোটেনশ্যল বৃদ্ধির

জন্য  $Q + \frac{Q}{r}$  বা  $r$  পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন । অতএব গোলকটির ধারণক্ষমতা  $r$  বা উহার ব্যাসার্দ্ধ । সুতরাং ১ সেন্টিমিটার ব্যাসার্দ্ধের গোলকের ধারণ ক্ষমতা এক স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক ।

পাতের বেলায় উহার বিস্তৃতি যতই অধিক হইবে বিদ্যুৎ বিস্তারিত হইবার স্থান ততই অধিক পাইবে, সুতরাং পোটেনশ্যল বৃদ্ধি ততই কম হইবে অর্থাৎ উহার ধারণ-ক্ষমতা ততই অধিক ।

**সঙ্কোচক বা কণ্ডেনসার ( Condenser )** :—কোন প্রদত্ত পরিচালকে কণ্ডেনসারে পরিণত করিলে উহার ধারণক্ষমতা বিশেষভাবে পরিবর্দ্ধিত হয় । ঐ পরিচালকটির নিকট কোন অপরিচালক পদার্থের ব্যবধানে একটি দ্বিতীয় ভূসংলগ্ন পরিচালক রাখিলেই কণ্ডেনসার প্রস্তুত হইল । A একটি অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত পরিচালক

A B



পাত, B দ্বিতীয় পরিচালক পাত ও ইহা তার দ্বারা ভূসংলগ্ন, A ও B এর ব্যবধানে অপরিচালক বায়ু রহিয়াছে । যদি A পরিচালকে বিদ্যুৎ দান করা যায় তাহা হইলে উহার নিজের ধারণক্ষমতা অল্পব্যায়ী পোটেনশ্যল বৃদ্ধি হওয়া উচিত, কিন্তু উহার নিকট ভূসংলগ্ন পরিচালক B থাকায় ইহার উপর

চিত্র—১০৬

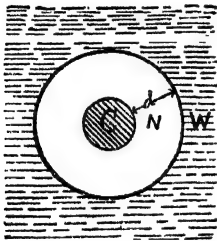
সম্ভাবন করে ও এই পরিচালকটি ভূ-সংলগ্ন থাকায় সম্ভাবিত অল্পরূপ বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চালিত হয় ও বিপরীতবিদ্যুৎ আবদ্ধ অবস্থায় ইহার উপর ভিতরদিকের গাত্রে থাকে । সুতরাং ইহার চতুর্দিকস্থ স্থান সমূহে A পরিচালকের পোটেনশ্যলের বিপরীত পোটেনশ্যল উৎপন্ন করে । সুতরাং এতদ্ব্যতিরিক্ত সংযোগে পোটেনশ্যল বৃদ্ধি কম হয় অর্থাৎ তাহা হইলেই ধারণ-

ক্ষমতা অধিক হইল। এই ব্যবধানকারী অপরিচালক পদার্থকে 'ডাই-ইলেকট্রিক (Di-electric) বলে। বিশেষ বিশেষ ডাই-ইলেকট্রিকের সাহায্যে



এই সম্ভাবন ক্রিয়া তীব্র ভাবে ঘটান যায়, সুতরাং তাহাদের বেলায় পোটেনশাল বৃদ্ধি অতি অল্প হয়, অতএব ধারণক্ষমতা অত্যন্ত পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। বস্তুতঃ দেখিতে গেলে যে কোন বিদ্যুদ্বানু বস্তু কণ্ডেনসার। কারণ উহা ঘরের দেওয়াল

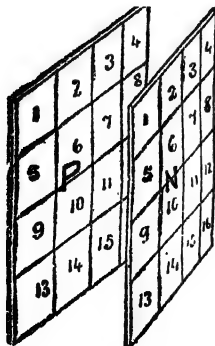
চিত্র—১০৭ ছাদ, মেজ বা অগ্ন্যাগ্ন ভূ-সংলগ্ন বস্তুর সহিত কণ্ডেনসারে পরিণত হয়, তবে এগুলি অত্যন্ত দূরে থাকে ও সচরাচর বায়ু দ্বারা বেষ্টিত



চিত্র—১০৮

হয় বলিয়া সম্ভাবনের তীব্রতা অধিক হয় না সুতরাং ইহার পোটেনশালের বৃদ্ধি বিশেষ হ্রাস পায় না, অর্থাৎ ধারণক্ষমতা পরিবর্তিত হয় না। জলের মধ্য দিয়া যে সমস্ত তার যায়, তাহারা জলের সহিত কণ্ডেনসারে পরিণত হয়, উহার ইন্সুলেসন ডাই-ইলেকট্রিকের কার্য করে চিত্র—১০৮।

কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা, পাতের বিস্তৃতির উপর নির্ভর করে। প্লেট কণ্ডেনসারে বৃহৎ পাত ব্যবহার করিলে কেবলমাত্র ভিতর দিকের গাত্র কণ্ডেনসার প্রস্তুত করে, বাহির দিকের গাত্র অর্থাৎ পাতটির সমস্ত গাত্রের অর্ধেক অংশ ব্যবহার হয় না। কিন্তু যদি পাতদ্বয়কে ছোট ছোট টুকরা করা যায়, যেমন ১০০ চিত্রে ১৬টি ভাগ করা হইয়াছে এবং তাহাদিগকে ১১০ চিত্রে দর্শিত ভাবে একটি করিয়া P এর টুকরা, তারপর অপরিচালক দিয়া একটি N এর টুকরা, ইত্যাদি, এইভাবে সাজাইয়া সমস্ত P এর টুকরাগুলিকে একদিকে একত্র



চিত্র—১০৯

যোগ করিয়া ও সমস্ত  $N$  এর টুকরাগুলিকে অপরদিকে একত্র যোগ করিয়া ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে স্পষ্টই দেখা যাইতেছে যে দুইশেষভাগের



পাত দুইটির বহির্দিকের গাত্র ব্যতীত অন্তর সমস্ত পাতগুলির উভয় গাত্রই কণ্ডেনসার প্রস্তুত করিয়াছে। সুতরাং এরূপ ভাবে ছোট ছোট টুকরা করিয়া ব্যবহার করিলে পাতের গাত্রের অধিকাংশ ভাগই কণ্ডেনসার প্রস্তুত কার্যে ব্যবহৃত হয়। এরূপ ভাবে পাত ব্যবহার করিলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতার অনুপাতে পদার্থ কম লাগিবে ও উহা আকৃতিতে ছোট হয় বলিয়া ব্যবহারের সুবিধা ও স্থানের সঞ্চালন হয়।

**বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা ( Specific**

চিহ্ন—১১. Inductive Capacity ) :—দেখা যায় বায়বীয় পদার্থের পরিবর্তে তরল বা কঠিন ডাই-ইলেকট্রিকের ব্যবহারে সম্ভাবনের তীব্রতা বর্দ্ধিত

হয়। বায়ু-কণ্ডেনসারে বায়ুর পরিবর্তে সমস্থলতার কোন কঠিন ডাই-ইলেকট্রিক ব্যবহারের বৈদ্যুতিক ফল বায়ুর স্থলতা হ্রাস বা কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা বৃদ্ধি। যদি কোন বায়ু-কণ্ডেনসারের বায়ুর স্থলতা হয়  $d$  ও সম ধারণক্ষমতার অল্প অল্প কোন ডাই-ইলেকট্রিকের স্থলতা হয়  $K \times d$ , তাহা হইলে



চিহ্ন—১১.  $K$  দ্বারা এই ডাই-ইলেকট্রিকের বস্তুগত সম্ভাবনক্ষমতা পরিমিত হয়। অথবা যদি কোন কণ্ডেনসারে বায়ুর পরিবর্তে সমস্থলতার অল্প কোন ডাই-ইলেকট্রিকের ব্যবহার দ্বারা উহার ধারণক্ষমতা  $K$  গুণ বর্দ্ধিত হয় তাহা হইলে এই ডাই-ইলেকট্রিকের বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা  $K$ । অতএব দেখা যাইতেছে  $K$ —বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা।

কোন পদার্থ ডাই-ইলেকট্রিক হইলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা

সমস্থলতার বায়ু ডাই-ইলেকট্রিক হইলে উহার ধারণ ক্ষমতা

অথবা কোন পদার্থ ডাই-ইলেকট্রিক হইলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা

—  $K \times$  ঐরূপ বায়ু কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা। এই সকল হইতে দৃষ্ট হয় কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা এইগুলির উপর নির্ভর করে :—

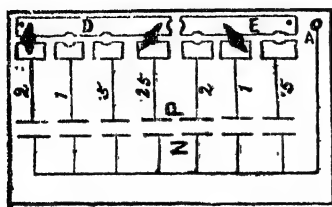
( ১ ) পাতের পরিমাপ—পাতের বিস্তৃতি যতই অধিক হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে। ( ২ ) পাতদিগের ব্যবধান—এইঃ ব্যবধান যত কম হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে। ( ৩ ) বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা  $K$ ,  $K$  যত অধিক হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে।

### বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতার তালিকা।

বস্তুর নাম	সম্ভাবন ক্ষমতা	বস্তুর নাম	সম্ভাবন ক্ষমতা
পিচ (Asphalt)	২.৭	কাগজ (টেলিফোন)	২
রবার (India Rubber)	২.২৫	ঐ (Cable)	২—২.৫
কাঁচ (Glass)	৫.৩৫—৯.৯	মোম	২—২.৫
গাটাপার্চ (Gutta Percha)	৩.৩৩—৫.৯	গলা	২.৯৫—৩.৬৭
অভ্র (Mica)	২.৫—৬.৬	গন্ধক	৪
.. বাঙ্গালার হলদে	২.৭৫	কাঠ, লাল বীচ	
.. " সাদা	৪.২৫	(red beach)	
.. " লালচে		H টোচ	২.৫—৪.৮৫
(Ruby)	৪.২৫—৪.৭৫	" " ⊥ "	৩.৬—৭.৭৫
.. মাদ্রাজের জরদ		" ওক (Oak)	
(Brown)	২.৫—৩.৫	II "	২.৪৫—৪.২৫
.. " সবুজ	৪—৫.৫	" " ⊥ "	৩.৬—৭
.. " লালচে		হীরা	১৬.৫
(Ruby)	৪.৪	লেড সালফেট	২৮
আম্বার (ক্যানাডা)	৩	(Lead Sulphate)	
		বায়ু	১

পরীক্ষা কার্যে ব্যবহাধ্য একটি ট্যাণ্ডার্ড কণ্ডেনসার ১১৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা টিন ও অভ্র বা টিনও মোমকাগজে প্রস্তুত। সরু ও

মোট। রেখাগুলি টিনপাত, ছিন্ন রেখাগুলি অভ্র নির্দেশ করিতেছে। বিজোড় সংখ্যক পরিচালক টিনপাতগুলি সৰু রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট এবং একত্র B টার্মিনালে সংযুক্ত। জোড় সংখ্যক পরিচালক টিন পাতগুলি মোটা রেখার



চিত্র—১১২

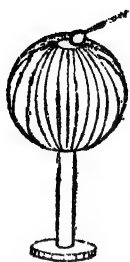


চিত্র—১১৩

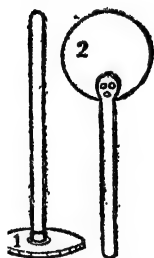
দ্বারা দর্শিত এবং একত্র A টার্মিনালে সংযুক্ত আছে। এইরূপে ইহা দুইটি বৃহৎপাত বিশিষ্ট কণ্ডেনসারে পরিণত হইয়াছে। সচরাচর ইহাদের ধারণ ক্ষমতা  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড। ১১২ চিত্রে টেলিগ্রাফে ব্যবহৃত একটি পরিবর্তনক্ষম কণ্ডেনসার দেখান হইয়াছে। ইহাতে টিনপাত ও মোম কাগজে গঠিত সাতটি কণ্ডেনসার আছে ও তাহাদের সমষ্টির ধারণক্ষমতা  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড। তাহাদের N চিহ্নিত পাতগুলি A টার্মিনালে সংযুক্ত এবং P চিহ্নিত পাতগুলির মধ্যে ৪টিকে ১) চিহ্নিত পিস্তলখণ্ডে ও বাকী ৩টিকে E চিহ্নিত পিস্তল খণ্ডের সহিত প্রাগদ্বারা সংযোগ করা যায়। D চিহ্নিত অংশ হইতে ২৫ মাইক্রোফ্যারাড করিয়া ২৫ হইতে ৩৭৫ মাইক্রোফ্যারাড ও E চিহ্নিত অংশ হইতে ৫ মাইক্রোফ্যারাড করিয়া ৫ হইতে ৩৫ মাইক্রোফ্যারাড পর্যন্ত ধারণক্ষমতা পাওয়া যাইতে পারে। আবার প্রাগদ্বারা D ও E কে সংযোগ করিলে মোট  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড ধারণক্ষমতাও পাওয়া যায়।

বৈদ্যুতিক অবরোধ (Electrical Screening) ও বিদ্যুতের আসন (Seat of Charge):—কোন স্থানকে পরিচালক (যথা তারের জাল্টি প্রভৃতি) দ্বারা ঘিরিয়া ও ঢাকিয়া দিলে ঐ

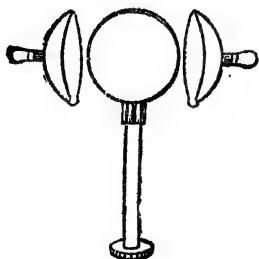
অবরুদ্ধ স্থানে বাহিরস্থ কোন বিদ্যুতের বৈদ্যুতিক ফল থাকে না। সুতরাং কোন ইলেকট্রোস্কোপকে ঐ ভাবে অবরোধ করিলে বাহির হইতে কোন



চিত্র—১১৪



চিত্র—১১৫



চিত্র—১১৬

বিদ্যুদ্বান্ বস্তু উহার উপর কোন ক্রিয়া করিতে পারে না। ইহার কারণ এই যে, কোন বস্তুতে বিদ্যুৎ দান করিলে দেখা যায় বিদ্যুৎ ইহার বহির্গাত্রে বিস্তৃত হয়— এমন কি কোন বস্তুর অন্তর্ভাগে বিদ্যুৎ দান করিলেও উহা বহির্গাত্রে চলিয়া আইসে অর্থাৎ বিদ্যুৎ বহির্গাত্রে অবস্থান করে।

১১৪ চিত্রে একটি ফাঁপা পরিচালক বস্তু একটি অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত। বস্তুটির উপরদিকে একটি বড় ছিদ্র আছে একটি বিদ্যুদ্বান্ বস্তুকে হতাধারা ঝুলাইয়া এই ছিদ্রের মধ্য দিয়া ফাঁপা বস্তুটির অন্তর্ভাগে ছাড়িয়া দিয়া—একটি “প্রফ-প্লেন” দিয়া বস্তুটির অন্তর্গত্রে স্পর্শ করিয়া ঐ প্রফ-প্লেনকে গোলালৌহ ইলেকট্রোস্কোপের নিকট লইয়া গেলে দৃষ্ট হইবে স্বর্ণপাতদ্বয় ফাঁক হয় না—সুতরাং প্রফ-প্লেন বিদ্যুৎ পায় নাই, অর্থাৎ অন্তর্ভাগে বিদ্যুৎ নাই। কিন্তু যদি প্রফ-প্লেন দ্বারা বস্তুটির বহির্গাত্রে স্পর্শ করা যায়, তাহা হইলেই এই প্রফ-প্লেন দ্বারা স্বর্ণপাতদ্বয় ফাঁক হয়। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে যদিও

বিদ্যুৎ অন্তর্ভাগে দান করা হইয়াছে, উহা সঙ্গে সঙ্গে বহির্গাত্রে চলিয়া আসিয়া স্থিতি লাভ করিয়াছে।

প্রফ-প্লেন (Proof Plane)—অপরিচালক দণ্ডদ্বারা ধৃত পাই পরস্পর স্থায় ক্ষুদ্র ধাতব চাকতি, চিত্র ১১৫। ইহা দ্বারা কোন বস্তু বিদ্যুদ্বান্ কিনা উল্লিখিত ভাবে পরীক্ষিত হয়।

অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত একটি পরিচালক গোলকে বিদ্যুদ্বান্ করিয়া, অপরিচালক দণ্ড দ্বারা ধৃত দুইটি অর্ধগোলক দ্বারা ঢাকিলে দেখা যায় আবৃত গোলকটি বিদ্যুৎহীন হয় ও চাকাঘরের বহির্গত বিদ্যুদ্বান্ হয়, চিত্র ১১৬।

কণ্ডেন্সার লইয়া পরীক্ষা করিলে দৃষ্ট হয় পরিচালক গাভগুলির গাত্রে বিদ্যুৎ থাকে না, ইহা কেবলমাত্র পজিটিভ ও নেগেটিভ পাতদ্বয়ের মধ্যস্থ অপরিচালকটির গাত্রেই

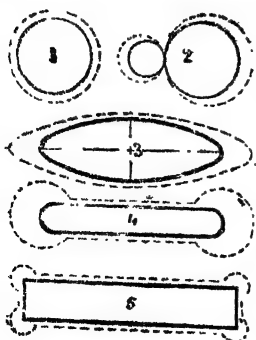


চিত্র—১১৭

মধ্যে; বৈদ্যুতিক অবস্থা এবং পরিচালক ঐ বৈদ্যুতিক অবস্থার পরিচালনের কার্য করে মাত্র।

লীডেন জার (Leyden Jar)

এর সাহায্যে ইহা সহজেই দৃষ্ট হয়। দুইটি ধাতব গেলাস A ও C এবং একটি কাঁচের গেলাস B এই তিনটি দ্বারা লীডেন জার কণ্ডেন্সার গঠিত, চিত্র ১১৭। A গেলাসটির মধ্যে B কাঁচের গেলাসটি বসাইয়া তন্মধ্যে C গেলাসটি বসাইলেই কণ্ডেন্সার প্রস্তুত হইল, কারণ A ও C অপরিচালক B দ্বারা ব্যবহৃত হইল। একটি ধাতব গেলাস যথা Cকে বিদ্যুৎ দান করিলে অপরটি যথা A সম্ভাবন হেতু বিদ্যাহীন হইবে—অবস্থা সম্ভাবিত অনুরূপ বিদ্যুৎকে ভূমিতে অপসারিত করিতে হইবে। এখন যদি কোন অপরিচালক দ্রব্যের সাহায্যে A, B ও Cকে পৃথক করা যায়—চিত্র ১১৭, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে A ও Cকে ভালরূপে ভূ-সংলগ্ন করিবার পরেও পুনরায় ঐ কাঁচের গেলাসটির দ্বারা কণ্ডেন্সার প্রস্তুত করিলে ইহা বিদ্যাহীন বা চার্জড কণ্ডেন্সারের পরিচয় দেয়। কিন্তু যদি কাঁচের গেলাসটির ভিতর ও বহির্গাত্রে সর্বত্র ভালরূপে হস্তদ্বারা স্পর্শ করা যায়, তাহা হইলে পুনরায় একত্র সাজাইলে আর বিদ্যাহস্তার পরিচয় পাওয়া যায় না।



চিত্র—১১৮-১২২

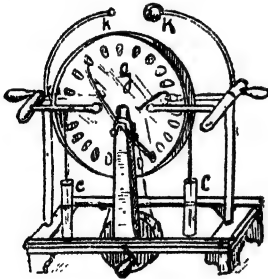
পরিচালক বস্তুর কোন স্থানে বিদ্যুৎ দান করিলে উহা ঐ বস্তুটির উপর সর্বত্র একরূপভাবে ছড়াইয়া পড়ে যেন সর্বত্র পোটেনশিয়াল সমান হয়। সর্বত্র পোটেনশিয়াল সমান হইতে হইলে অবশ্য অনুসারে কোথাও অধিক ও কোথাও বা কম পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়। দেখা যায়, যেখানে গাত্রে বক্রতা অধিক তথায় অধিক পরিমাণে বিদ্যুৎ জমা হয়। বিভিন্ন আকৃতির বস্তুর কোথায় কি ভাবে বিদ্যুৎ সঞ্চিত হয়

১১৮-১২২ চিত্রে দেখান হইয়াছে। এই চিত্র-

গুলিতে বস্তুটির গাত্রে কোন স্থানে লম্ব রেখা টানিলে বিন্দু রেখা পর্য্যন্ত এই লম্ব রেখার

দৈর্ঘ্য তত্রস্থ বিদ্যুৎ পরিমাণের আনুপাতিক। চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে (১) গোলকের সর্বত্র বক্রতা সমান বলিয়া বিন্দু রেখা উহার গাত্র হইতে সর্বত্র সমদূর। (২) দুইটি গোলককে পরস্পরের সহিত স্পর্শ করাইলে স্পর্শিত স্থান অন্তর্ভাগবর্তী হয় বলিয়া তথায় বিদ্যুৎ স্থিতিলাভ করে না—বাহিরের দুই দিকে সরিয়া যায়। (৩) ডিম্বাকার বস্তুর ক্ষুদ্র মেরুদণ্ডের দিকে বক্রতা কম বলিয়া ঐ সকল স্থানে অল্প বিদ্যুৎ থাকে আর দার্ঘ্য মেরুদণ্ডের দিকে বক্রতা অধিক বলিয়া তথায় অধিক পরিমাণে বিদ্যুৎ জমা হয়। (৪, ৫) টিক ঐ কারণে পাতের সমতল স্থানে বিদ্যুৎ অতি অল্প থাকে আর ধারে ধারে অত্যন্ত পরিমাণে জমা হয়। এই কারণে, সূচাল মুখের বক্রতা অকস্মাৎ অধিক বলিয়া তথায় সমস্ত বিদ্যুৎ জমা হইবার চেষ্টা করে, কিন্তু ঐ মুখে স্থান অতি অল্প বলিয়া অবশেষে ঐ স্থানদিয়া নির্গত হইয়া যাইতে থাকে। এইজন্য বিদ্যুৎ বস্তুর গাত্রে কোন স্থানে সূচাল মুখ থাকিলে উহা শীঘ্রই বিদ্রাবিহীন হয়।

১২৩ চিত্রে স্থানীয় বিদ্যুৎ উৎপাদক বস্তু দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে বার্ষিক করা দুইটি কাঁচের প্লেট দৃষ্ট করা যায়। একপাশে আবদ্ধ আছে যে হ্যাণ্ডেলটিকে ঘুরাইতে থাকিলে প্লেটদ্বয় বিপরীত দিকে ঘুরিতে থাকে। এই প্লেটগুলির ধারের দিকে কতকগুলি ধাতুখণ্ড



চিত্র—১২৩

(c c) লোডেন জার কণ্ডেনসারের সহিত সংযুক্ত। কণ্ডেনসার দুইটি হইতে দুইটি ধাতব বাহু আছে, এই বাহুদ্বয়ের শেষ ভাগে দুইটি গুলি আছে এবং অপরিচালক হ্যাণ্ডেল দ্বারা এই গুলিদ্বয়কে ইচ্ছামত সন্নিহিত করা যায়। কাঁচের প্লেটকে ঘুরাইতে থাকিলে প্লেটদ্বয়ের মধ্যে বৈদ্যুতিক অবস্থার স্বাভাবিক পার্থক্য হেতু সম্ভাবন দ্বারা উভয় প্রকার স্থানীয় বিদ্যুৎ উৎপন্ন হইতে থাকে এবং তাহা কণ্ডেনসারদ্বয়ে জমা হইতে থাকে। ধাতব বাহুর গুলি দুইটিকে সন্নিহিত করিলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Spark) হইয়া উহাদের বৈদ্যুতিক অবস্থা নষ্ট হয়।

আছে এবং প্রত্যেক প্লেটের বিপরীত ধাতুপাত-গুলিকে স্পর্শ করিয়া একটি দণ্ডের দুইদিকে দুইটি ধাতব তারের বৃক্ক আছে। এই বৃক্কগুলি দ্বারা প্রত্যেক প্লেটের বিপরীত ধাতু পাতের বৈদ্যুতিক অবস্থা নষ্ট করা হয়। এতদ্ব্যতীত প্লেটদ্বয়ের দুই দিকে বহির্গাত্রে সমীপে দুই জোড়া চিক্রণীর মত ধাতুখণ্ড আছে। ইহাদিগের দ্বারা প্লেট'এর ধাতু-পাতগুলিতে সম্ভাবিত বিদ্যুৎ আহরণ করা যায় এবং তাহা সঞ্চিত করিবার নিমিত্ত এই চিক্রণী



## ষষ্ঠ পরিচয় ।

**বহমান বিদ্যুৎ (Current Electricity) :—**যদি দুইটি পাত্রে বিভিন্ন লেভেলে জল থাকে ও তাহারা তলদেশে নলদ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে যে পর্য্যন্ত না লেভেলের সমতা হয়, ঐ নলের মধ্য দিয়া, উচ্চ লেভেলের পাত্র হইতে নিম্ন লেভেলে পাত্রে, জলপ্রবাহ হইতে থাকে (চিত্র—১২৪) । ঠিক সেইরূপ যদি দুইটি বস্তুতে বিভিন্ন পোটেনশ্যালে বিদ্যুৎ থাকে এবং তাহারা একটি পরিচালক তার দ্বারা সংযোজিত হয়, তাহাহইলে, যে পর্য্যন্ত বস্তুদ্বয়ের পোটেনশ্যাল সমান না হয়, ঐ তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুতের প্রবাহ হইতে থাকে ।

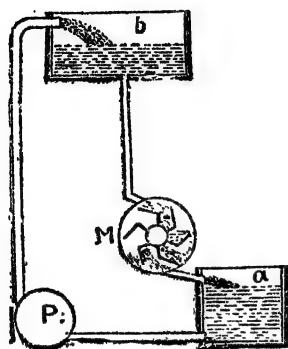
চিত্র—১২৪

ইহাকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বলে ।

এস্থলে দেখা বাইবে যে উল্লিখিত জল প্রবাহ চিরস্থায়ী নহে । কিয়ৎক্ষণের মধ্যেই উচ্চ লেভেলের পাত্র হইতে জল নিঃসৃত হইয়া নিম্ন লেভেলের পাত্রে বাইয়া লেভেলের সমতা আনে, ও তখন প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় । ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলায়ও,—যেহেতু বিদ্যুৎ আলোক শক্তির মত অতি প্রচণ্ড বেগে প্রবাহিত হয়—অতি অল্প সময়ের মধ্যেই প্রবাহ হেতু পোটেনশ্যালের সমতা আসে ও প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় । সুতরাং, এইরূপে দুইটি বিভিন্ন পোটেনশ্যাল এর বস্তুকে সংযোজন দ্বারা তারের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ সৃষ্ট হয় তাহার স্থায়িত্ব অতি অল্প ।

কিন্তু যদি একটি পাম্প দিয়া, কর্মশক্তি দ্বারা, নিম্ন লেভেলের পাত্র হইতে সর্বদা জল পাম্প করিয়া উচ্চ লেভেলের পাত্রে দিয়া লেভেলের পার্থক্য বজায় রাখা হয়, তাহা হইলে সর্বদা উচ্চ লেভেলের পাত্র হইতে নিম্ন

লেভেলের পাত্রে জল প্রবাহ হইতে থাকিবে (চিত্র—১২৫)। ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলায়ও, যদি একরূপ ব্যবস্থা করা যায়, যে প্রবাহকালে উচ্চ



চিত্র—১২৫

পোটেনশালের বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসরণ কালে সঙ্গে সঙ্গে উহার ক্ষতিপূরণ ঘটিতে থাকে ও নিম্ন পোটেনশালের বস্তুটিতে বিদ্যুৎ প্রবেশকালে সঙ্গে সঙ্গে উহার বৃদ্ধিলাভ ঘটিতে থাকে, তাহা হইলে পোটেনশাল পার্থক্য সর্বদা বজায় থাকিবে ও বরাবর বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকিবে। এই অবস্থা সেলে ও ডায়নামোতে (Cell and Dynamo) পাওয়া যায়।

জলের বেলায় যেমন কর্ষশক্তি ব্যয় করিয়া পাম্প দ্বারা লেভেলের পার্থক্য বজায় রাখা হয় ও সেইজন্ম জল প্রবাহ হইতে থাকে, সেইরূপ সেলের বেলায় রাসায়নিক শক্তি ব্যয় করিয়া ‘উত্তেজক’ (Excitant) দ্বারা ও ডায়নামোর বেলায় কর্ষশক্তি ব্যয় করিয়া চুম্বক রাজ্য দ্বারা পোটেনশাল পার্থক্য বজায় রাখা হয় ও সেইজন্ম সর্বদা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। অতএব সেলের উত্তেজক পদার্থ ও ডায়নামোর চুম্বক রাজ্য পাম্পের স্থায় কাঁচা করে।

জলের বেলায় দেখা যায় যে জল প্রবাহের কারণ পাত্র দুইটির মধ্যে জলের চাপ পার্থক্য; জলের এই চাপ পার্থক্য যত অধিক হইবে জল প্রবাহের বেগ ততই অধিক হইবে। আবার যে নলটির মধ্য দিয়া জল প্রবাহিত হইতেছে সেই নলটি যত বাধাদায়ক হইবে, প্রবাহের বেগ ততই কম হইবে। অতএব জল প্রবাহের বেগ চাপ-পার্থক্য অভ্যুযায়ী ও পথের বাধার বিরূপ ভাবে হয়। ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলাতেও বস্তু দুইটির

মধ্যে পোটেনশ্যল বা বৈদ্যুতিক চাপের পার্থক্য বিদ্যুৎ প্রবাহের কারণ স্তরায় প্রবাহের বেগ ‘পোটেনশ্যল পার্থক্য’ বা ‘বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য’ অনুযায়ী হয়। এবং প্রবাহ বহিব্যার সময় উহার পথ ( তার ) দ্বারা বাধা প্রাপ্ত হয়। এই বাধা যত অধিক হইবে, প্রবাহের বেগ তত কম হইবে। স্তরায় জলের ত্রায় বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ পোটেনশ্যল পার্থক্য বা বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য অনুযায়ী ও পথের বাধার বিরূপ ভাবে হয়।

সেল ( Cell ) :—সেল প্রধানতঃ দুইটি বিভিন্ন পরিচালক এবং কোন উত্তেজক ( Excitant ) দ্বারা সংগঠিত, এই উত্তেজক সচরাচর তরল অবস্থায় দৃষ্ট হয়। পরিচালকদ্বয়ের স্বভাব ধর্ম একরূপ যে উত্তেজকের সহিত রাসায়নিক প্রক্রিয়া ঘটিলে একটির পোটেনশ্যল উচ্চ অর্থাৎ পজিটিভ হয়, ইহাকে পজিটিভ ( + ) পোল বলে ও অপরটির পোটেনশ্যল নিম্ন অর্থাৎ নেগেটিভ হয়, ইহাকে নেগেটিভ ( - ) পোল বলে। এই পোলদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকিবে। বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে পরিচালকের সহিত উত্তেজকের রাসায়নিক প্রক্রিয়া পরিচালক-দ্বয়ের পোটেনশ্যল বা বৈদ্যুতিক চাপ-পার্থক্য বজায় রাখে। অতএব সেলে রাসায়নিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। কিন্তু প্রায়ই সেলের কার্যকালে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেঁচু হানিকর দ্রব্য উৎপন্ন হইয়া থাকে, ইহা ‘পোলারাইজেশন’ ( Polarisation ) করে, অর্থাৎ সেলের কার্যাবলী হ্রাস বা বন্ধ করিয়া দিবার প্রয়াস পায়, স্তরায় ইহাকে নষ্ট করা প্রয়োজন, তজ্জন্ত ‘ডিপোলারাইজার’ ( Depolarisor ) নামক অস্ত্র পদার্থের ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। আবার কোন কোন স্থলে ‘স্থানীয়’ ক্রিয়া ( Local-action ) নামক একটি হানিকর ক্রিয়া ঘটে, তাহাও বন্ধ করিবার জন্ত কোন পদার্থের ব্যবহার প্রয়োজন হয়। বলা বাহুল্য সেল গঠনে বস্তু সকলকে ধারণ করিবার জন্ত উপযুক্ত পত্রাদি এবং পোলদ্বয়ের সহিত তার সংযোগের নিমিত্ত উপযুক্ত বন্ধন-স্কু প্রয়োজন।

**সেলের পরমাণু (Life of cell):**—সেলের মধ্যে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেতু প্রবাহ পাওয়া যায়। উত্তেজকের সহিত পরিচালকের এই রাসায়নিক প্রক্রিয়া কালে পরিচালকটি ও কোন কোন স্থলে উত্তেজক উভয়েই ক্ষয় প্রাপ্ত হইতে থাকে ও তৎপরিবর্তে নূতন রকমের পদার্থ উৎপন্ন হয়। সুতরাং বৈতক্ষণ পর্য্যন্ত তাহাদের মধ্যে কেহ ক্ষয় প্রাপ্ত হইয়া একেবারে নিঃশেষ না হয় ততক্ষণ পর্য্যন্ত প্রবাহ পাওয়া যাইবে। অবশ্য অনেক স্থলে দেখা যায় যে সেলের পোল-দ্বয়কে সংযোগ করিবার কিছু পরেই প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় এবং বলা বাহুল্য যে উত্তেজক ও পরিচালকের মধ্যে কেহই তখনও বিশেষরূপ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় নাই। সেলের পরমাণু যে শেষ হইয়াছে তাহা নহে, তবে পোলারিজেসন হেতু সেলের কার্যাবলীর ব্যাঘাত ঘটতেছে বলিয়া, ঠিক মত সেল প্রস্তুত হইতে না পারিবার দরুণ, প্রবাহ বন্ধ হইতেছে এবং ডিপোলারাইজার ব্যবহার করিয়া পোলারিজেসান বন্ধ করিলেই প্রবাহ পাওয়া বাইতে থাকিবে।

**সেলের ই, এম, এফ, (E. M. F.):**—সেলের পোলদ্বয় অর্থাৎ পরিচালক দুইটিকে উত্তেজকের মধ্যে ডুবাইলে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেতু তাহাদের মধ্যে যে পোটেনশিয়াল বা চাপ-পার্থক্য ঘটে তাহাই পোলদ্বয়কে তারদ্বারা সংযুক্ত করিলে বিদ্যুৎকে সেলের মধ্য দিয়া ও তারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করায়। সেইজন্ত এই পোটেনশিয়াল বা চাপ পার্থক্যকে বিদ্যুচ্চালক-বল বা ইলেকট্রো-মোটভ-ফোর্স (Electro-motive-force) বা সংক্ষেপে ই, এম, এফ, (E. M. F) বলে। ইহা ভোল্ট (Volt) দ্বারা পরিমিত হয়।

**সেলের রূপকম :**—সেল প্রধানতঃ দুই প্রকারের—(১) প্রাথমিক (Primary) বা যাহা নিজেই বিদ্যুৎ প্রবাহ দানে সক্ষম, (২) সেকেন্ডারী (Secondary), বা ষ্টোরেজ (Storage) সেল বা আকুমুলেটর

( Accumulator ) অর্থাৎ যাহা অপর কোন স্থান হইতে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিজের মধ্যে সঞ্চয় করিয়া সেই প্রবাহ দান করে । ইহাদিগের মধ্যে প্রাইমারী সেল গঠনকারী বস্তু, ই, এম, এফ, ও ব্যবহার অনুসারে অনেক প্রকারের হয়, যথা ;—ক্লার্ক ( Clark ) সেল, পি, ডি মাপিবার জন্ত, বাইক্ৰোমেট সেল, বুনসেন সেল, ইত্যাদি । প্রস্তুত কারক হিসাবে আকুমুলেটরও রকমারী হয় ।

**সেলের পরিচালক :**—নিম্ন তালিকায় কতকগুলি পরিচালকের নাম এরূপভাবে দেওয়া হইয়াছে যে উপযুক্ত উত্তেজকে যে কোন দুইটিকে ব্যবহার করিলে যাহার নাম প্রথমে আছে তাহার নেগেটিভ পোটেনশ্যাল হইবে । সুতরাং তালিকা অনুসারে বস্তু দুইটির মধ্যে তফাৎ যত অধিক হইবে তাহাদের মধ্যে তত অধিক পোটেনশ্যাল পার্থক্য হইবে । সেলে ব্যবহৃত এই পরিচালককে সেলের দুইটি পোল ( Pole ) বা টার্মিনাল ( Terminal ) ।

১। দস্তা ( Zinc, Zn )	৪। সীসা ( Lead. Pb )	৭। বিদমাথ ( Bismuth. Bi )	১০। রূপা ( Silver. Ag )
২। ক্যাডমিয়াম ( Cadmium. Cd )	৫। লৌহ ( Iron. Fe )	৮। এন্টিমনি ( Antimony. Sb )	১১। সোণা ( gold. Au )
৩। টিন ( Tin. Sn )	৬। নিকেল ( Nickel. Ni )	৯। তামা। ( Copper. Cu )	১২। প্লাটিনাম ( Platinum. Pt )
			১৩। কয়লা ( Carbon. C )

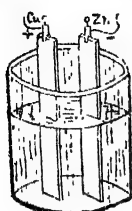
**উত্তেজক ( Excitant ) :**—ইহার নাম হইতেই সেল সম্পর্কে ইহার কার্য বুঝা যাইতেছে । সেলে ব্যবহৃত পরিচালক দুইটির পজিটিভ ও নেগেটিভ পোটেনশ্যাল হইবার গুণ তাহাদের নিজেদের মধ্যেই নিহিত আছে, কেবল মাত্র উহা কার্যে পরিণত হইবার জন্ত

কাহারও দ্বারা উত্তেজনার অপেক্ষা করে। এই উত্তেজক পদার্থ হইতেই ঐ উত্তেজনা পায়। বস্তু বিশেষে বিভিন্ন প্রকারের উত্তেজক প্রয়োজন হয়। নিম্নে কতকগুলি উত্তেজকের তালিকা দেওয়া হইল। জলমিশ্রিত (প্রয়োজন মত) সালফিউরিক এসিড (  $H_2SO_4$  dil.), জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে গোলা পোটাসিয়াম বাইক্রোমেট (  $K_2Cr_2O_7$  ), জলে গোলা ক্রমিক সালফেট (  $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$  ), লবণ জল, জলে গোলা নিশাদল (  $NH_4Cl$  ), জলে গোলা ক্যাডমিয়াম সালফেট (  $CdSO_4$  ), ইত্যাদি।

**ডিপোলারাইজার (Depolarisor):**— সেলের মধ্যে, উহার কণ্যকালে, ‘হাইড্রোজেন’ (Hydrogen) নামক একটি গ্যাস উৎপন্ন হইয়া সেলের কার্যের ব্যাঘাত করে, সুতরাং এই হাইড্রোজেন গ্যাসকে নষ্ট করিবার জন্ত ‘অক্সিজেন’ গ্যাস (Oxygen) প্রয়োজন হয় যাহাতে উভয়ে মিশিয়া জল (  $H_2O$  ) হয়। এই অক্সিজেন পাইবার জন্ত সেলের মধ্যে একরূপ পদার্থ ব্যবহার করিতে হয় যাহাতে অপরিমাণ পরিমাণে অক্সিজেন আছে। সেই পদার্থগুলিকে ‘ডিপোলারাইজার’ অর্থাৎ পোলারাইজেশন নাশক বলে। নিম্নে সচরাচর ব্যবহৃত কতকগুলি ডিপোলারাইজারের নাম প্রদত্ত হইল। ম্যাঙ্গানিজ্ ডাই-অক্সাইড বা পার্-অক্সাইড (  $MnO_2$  ), নাইট্রিক এসিড (  $HNO_3$  ), পোটাসিয়াম বাইক্রোমেট বা ক্রমিক এসিড (  $K_2Cr_2O_7$  বা  $H_2CrO_4$  ), লেড্-পার-অক্সাইড (  $PbO_2$  ) কপার সালফেট ( তুঁতে,  $CuSO_4$  ) ইত্যাদি।

**সাদাসিধা সেল ও তাহার অনুমান (The Simple Cell and its Theory):**—সাদাসিধা সেল Zn ( দস্তা ) ও Cu ( তামা ) এবং  $H_2SO_4$ , dil. ( জল মিশ্রিত সালফিউরিক এসিড ) দ্বারা গঠিত হয়, চিত্র—১২৭। ইহার কার্যপ্রকরণ ‘আয়নিক থিয়োরী’ বা অনুমান দ্বারা ব্যাখ্যাকরা হয়। সে অনুমান এই যে জলের সহিত মিশ্রণের পর  $H_2SO_4$  এর কতকগুলি অণু (Molecule) ‘আয়নাইজড্’ (Ionised) হইয়া

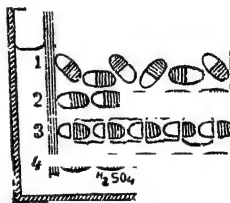
যায়, অর্থাৎ  $H_2(+)$  ও  $SO_4(-)$  এই দুই ভাগে বিভক্ত হয়। তন্মধ্যে  $SO_4$  ভাগগুলিতে কিছু পরিমাণ নেগেটিভ আয়ন অর্থাৎ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র



নেগেটিভ চার্জ থাকে, ও  $H_2$  ভাগগুলিতে সমপরিমাণ পজিটিভ চার্জ থাকে। যুগ্ম  $H_2SO_4$  অনুগুলিতে এই পজিটিভ ও নেগেটিভ আয়নগুলি পরস্পরের সহিত মিশিয়া অবৈদ্যুতিক অবস্থায় থাকে, সেইজন্য  $H_2SO_4$  অনুর কোনরূপ বৈদ্যুতিক

চিত্র—১২৬ অবস্থা দৃষ্ট হয় না এবং এই অনুগুলির পজিটিভ ও নেগেটিভ ‘আয়নবিশিষ্ট’  $H_2$  ও  $SO_4$  গুচ্ছে পরিণত হওয়াকে আয়নাইজড্ হওয়া বা আয়নাইজেশন (Ionisation) বলে।  $H_2(+)$  ভাগকে ‘হাইড্রিয়ন’ (Hydron) ও  $SO_4(-)$  ভাগকে ‘সালফিয়ন’ (Sulphon) বলে। যাহাই হউক, আয়নাইজড্ হইবার পর, যেহেতু Cu অপেক্ষা Znএর অক্সিডাইজড্ (Oxydised) হইবার চেষ্টা অধিক,  $SO_4$  গুচ্ছের জন্ত Cu অপেক্ষা Znএর রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক। আবার  $SO_4$  গুচ্ছের জন্ত  $H_2$  অপেক্ষা Znএর রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক, সুতরাং dil.  $H_2SO_4$  উভেজকে Zn ও Cu ডুবাইলে  $SO_4(-)$  গুচ্ছ Znএর দিকে আকৃষ্ট হইয়া তাহার গাত্রে আসিয়া লাগে। এই  $SO_4(-)$  কর্তৃক পরিত্যক্ত  $H_2(+)$  পরবর্তী  $H_2SO_4$  অনুর  $SO_4(-)$  এর সহিত মিশিয়া  $H_2SO_4$  প্রস্তুত করে ও তাহা হইতে  $H_2(+)$  নির্গত করে, এই নির্গত  $H_2(+)$  তৎপরবর্তী  $H_2SO_4$  অনুর  $SO_4(-)$  এর সহিত মিশিয়া তাহা হইতে  $H_2(+)$  নির্গত করে,—এরূপ ভাবের কার্য চলিতে থাকে, যে পর্য্যন্ত না Cu এর গাত্রস্থ  $H_2SO_4$  হইতে  $H_2(+)$  নির্গত হইয়া তাহার গাত্রে লাগে। অতএব দেখা যাইতেছে Znএর উপর প্রত্যেক  $SO_4(-)$  গুচ্ছের পতনের জন্ত Cuএর উপর একটি করিয়া  $H_2(+)$  গুচ্ছের পতন হয়। এই  $SO_4(-)$  গুচ্ছ Znকে

তাহার নেগেটিভ চার্জ দিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে নেগেটিভ করে এবং তাহার সহিত রাসায়নিক সংমিশ্রন দ্বারা  $ZnSO_4$  (জিঙ্ক-সালফেট) প্রস্তুত করে, অতএব Zn ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। আর  $H_2 (+)$  গুচ্ছ Cuকে তাহার পজিটিভ চার্জ দিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে পজিটিভ করে ও Cuএর উপর কোন রাসায়নিক ক্রিয়া না থাকায় তাহার গাত্রে বৃদ্বৃদের মত লাগিয়া থাকে। এইরূপে ৩ইটি বিভিন্ন পোটেনশ্যাল বিশিষ্ট পরিচালকের সৃষ্টি হয়, (চিত্র—১২৭)।



এখন যদি উহাদিগকে কোন

চিত্র—১২০

পরিচালক (ধাতব তার) দ্বারা সংযোগ করা না হয়, তাহা হইলে অনুরূপ বিদ্যুতের মধ্যে নিষ্ক্ষেপন হেতু উক্তকার্য্য বন্ধ হইয়া যায়। আর যদি তাহাদিগকে সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে Cu হইতে পজিটিভ বিদ্যুৎ সংযোজক পরিচালকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া Znএ যায় (তাহার নেগেটিভ বিদ্যুতের সহিত মিশিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে বর্দ্ধিত করিবার জ্ঞ)। কিন্তু কাহারও পোটেনশ্যাল বাড়িতে বা কমিতে পারে না, কারণ উক্তকার্য্য সকল সময়েই চলিতে থাকে। এইরূপে সর্বদাই পোটেনশ্যাল পার্থক্য বজায় থাকে ও তজ্জন্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

**পোলারাইজেশান (Polarisation) :**—নির্গত  $H_2$  গ্যাস Cu এর উপর পতিত হয় ও উহার সহিত কোন রাসায়নিক প্রক্রিয়া না থাকা হেতু উহার গাত্রে বৃদ্বৃদের মত লাগিয়া থাকে। এখন যদি এই  $H_2$  গ্যাসকে Cuর গাত্র হইতে অপসৃত করা না যায় তাহা হইলে পরে যে নবোৎপন্ন পজিটিভ চার্জ বিশিষ্ট  $H_2$  গ্যাস হইবে তাহার আর Cu এর গাত্রে লাগিতে পারিবে না, এই বৃদ্বৃদগুলির উপর পড়িবে। সুতরাং তাহাদের বিদ্যুৎ আর Cuতে আসিতে পারিবে না, কারণ  $H_2$  গ্যাস



অপরিচালক। অতএব Cuর পোটেনশাল আর বাড়িতে পারিবে না, বরং Znএর সহিত সংযুক্ত থাবায় ইহার পোটেনশাল নেগেটিভ হইয়া যাইতে থাকিবে। অতএব Zn ও Cuর মধ্যে পোটেনশাল পার্থক্য কমিয়া যাইবে ও সেই হেতু প্রবাহ বেগও কমিয়া যাইবে। এইরূপে পজিটিভ ইলেক্ট্রোডের উপর  $H_2$  গ্যাস জমা হেতু সেলের ই, এম, এক, ক্রমশঃ হ্রাস পাওয়া ও তজ্জন্ত প্রবাহ বেগ কমিয়া যাওয়াকে “পোলারিজেশন” বলে ;

**ডিপোলারিজেশন ও ডিপোলারাইজার** (Depolarisation and Depolarisor) :—পোলারিজেশন বন্ধ করাকে ডিপোলারিজেশন বলে। ইহা দুই উপায়ে হয়, (১) মেক্যানিক্যাল ( Mechanical means ) যথা বুকব বা এবস্প্রকার কিছুর দ্বারা গ্যাসকে ভাড়াইয়া দেওয়া। কিন্তু ইহাতে সর্বদাই কোন ব্যক্তির মনোযোগের প্রয়োজন হয় বলিয়া এ প্রথা অবলম্বন করা হয় না। (২) কেমিক্যাল ( Chemical ) বা রাসায়নিক অর্থাৎ এমন কোন রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করিতে হয় যাহা হইতে ( $O_2$ ) অক্সিজেন নিষ্কাশিত হইয়া ঐ  $O_2$ ,  $H_2$  এর সহিত মিশিয়া যায়, বা যাহা অল্প কোন প্রকারে  $H_2$  এর সহিত মিশিয়া যায়। এই রাসায়নিক দ্রব্য, যাহা পোলারিজেশন নষ্ট করে, তাহাকে ‘ডিপোলারাইজার’ বলে ও পোলারিজেশন নষ্ট হওয়াকে ডিপোলারিজেশন বলে। বিভিন্ন প্রকারের ডিপোলারাইজারের নাম পূর্বে দেওয়া হইয়াছে।

**লোক্যাল অ্যাকশন** ( Local Action ) বা স্থানীয় কার্য :—সেলে একেবারে বিশুদ্ধ Zn ব্যবহার নিষিদ্ধ, (যেহেতু  $H_2S O_4$  এর বিশুদ্ধ Znএর উপর কোন রাসায়নিক ক্রিয়া নাই) বিশুদ্ধ Zn সেল সংগঠনে সক্ষম হয় না। সেইজন্ত সেলে বাজার চলন Zn ব্যবহার করিতে হয়। এই বাজার চলন Znএ সাধারণতঃ লৌহ, ক্যাডমিয়াম প্রভৃতি দ্রব্য-গুলি ভেজাল ( Impurity ) ভাবে থাকে এবং এই ভেজালগুলি Znএর

নাম	অনুঘটিত পোল	উদ্বোধক	পরিচিতি পোল	বিপাকায়িতকার	ই, এম, এবং (ভোল্ট)
ড্যানিয়েল (Daniell)	পারদলিঙ্গ Zn	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ৩ ভাগ জল	Cu	$CuSO_4$	১.১৬
"	"	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ১ ভাগ জল	"	"	১.১২
বুনসেন (Bunsen)	"	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ১ ভাগ জল	C	$HNO_3$	১.২৪
লেকল্যান্স (Leclanche)	"	জলে গোল $NH_4Cl$	"	$MnO_2$	১.৪৬
ড্রাইসেল (Dry cell)	"	১ $NH_4Cl$ , ১ $ZnO$ ৩ প্রাইমারি অফ প্যারিস ২ $ZnCl_2$ ও জল	"	$MnO_2$	১.৩
বাইক্রোমেট (Bichromate)	"	১ $K_2Cr_2O_7$ ২৫ $H_2SO_4$ ১০০ জল	"	$K_2Cr_2O_7$	২.০৩
গ্রোভ (Grove)	"	১ $H_2SO_4$ ১২ জল	Pt	$HNO_3$	১.১৩
ওয়েস্টন (Weston)	পারদলিঙ্গ Cd	জলে গোল $CdSO_4$	Hg	$Hg_2SO_4 + CdSO_4$	১.১১৮, ২.০°C
ক্লার্ক (Clark)	পারদলিঙ্গ Zn	জলে গোল $ZnSO_4$	Hg.	$Hg_2SO_4 + ZnSO_4$	১.৪৩৪ ১৫°C
সেকগুৱী, মীনার সেল	Pb	$H_2SO_4$ ঘনত ১.১	Pb $O_2$	P $PbO_2$	২.২
" এডিসন (Edison)	Fe	$KOH$ ৩% জলে গোল	Ni O	"	১.১
" মেন (Main)	পারদলিঙ্গ Zn	$H_2SO_4$ ক্ষমত ১.১	Pb $O_2$	P $PbO_2$	২.৫

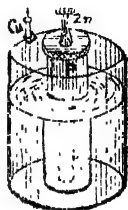
গাত্রে Zn এর সহিত ক্ষুদ্রাকার সেল প্রস্তুত করে ও ঐ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সেলগুলির প্রবাহ ঐ স্থানেই হইতে থাকে। এই স্থানীয় সেল সংগঠনকে লোক্যাল এ্যাকসন বলে। ইহাতে Zn এর ক্ষয় হইতে থাকে অথচ এই ক্ষয় হেতু যে প্রবাহ তাহা বাহিরে Zn ও Cu সংযোজক তারের মধ্য দিয়া পাওয়া যায় না। অতএব এই লোক্যাল এ্যাকসনকে বন্ধ করা প্রয়োজন, তাহা Zn এ পারদলেপন (Amalgamation) দ্বারা সাধিত হয়। Zn কে পারদের মধ্যে ডুবাইয়া রাখিলে পারদ ইহার গাত্রে কিছু গভীরতা পর্য্যন্ত লিপ্ত হইয়া যায়। এই পারদ-লিপ্ত Zn ব্যবহার করিলে Zn এর ক্ষয়কালে নির্গত ভেজাল পারদ লিপ্ত হইয়া যায় এবং যেহেতু পারদলিপ্ত ভেজাল Zn এর সহিত সেল সংগঠন করে না, লোক্যাল এ্যাকসন আর হইতে পারে না, এই ভেজালগুলি তলায় পড়িয়া যায়।

**ব্রকমারী সেল (Kinds of cells) :**—সচরাচর ব্যবহৃত ও প্রয়োজনীয় সেলগুলির তালিকা ৮৭ পৃষ্ঠায় প্রদত্ত হইল।

উল্লিখিত সেলগুলির মধ্যে শেষোক্ত বাদে বাকীগুলি প্রাইমারী সেল, তন্মধ্যে ড্যানিয়েল (Daniell), বুনসেন (Bunsen), লেকল্যাঙ্ক (Leclanche), বাইক্রোমেট (Bichromate) ও শুষ্ক (Dry) সেল সহজসাধ্য বা সস্তা বলিয়া নানা কার্যে ব্যবহৃত হয় এবং ক্লার্ক ও ওয়েষ্টন সেল অত্যন্ত সেলের বৈজ্ঞানিক পরিমাপের জন্য 'ষ্ট্যান্ডার্ড' (Standard) সেল ভাবে ব্যবহৃত হয়। 'ষ্টোরেজ' বা 'সেকেণ্ডারী' সেলগুলি খুব ভেজাল বলিয়া নানা কার্যে ব্যবহার হয়। প্রাইমারী সেলগুলি নিম্নে বর্ণিত হইল।

**ড্যানিয়েল সেল (Daniell Cell) :**—ইহা দুইটি তরল পদার্থ বিশিষ্ট সেল। ইহাতে দুইটি পাত্রের প্রয়োজন। একটি বড় পাত্র, তাহার মধ্যে ঘন তুঁতের ( $\text{CuSO}_4$ ) জল ও তন্মধ্যে নলাকারে বাঁকান তামার পাত ও দ্বিতীয় ছোট পাত্রটি থাকে। এই দ্বিতীয় পাত্রটি কুপময়, ইহার মধ্যে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিড (১ ভাগ এসিড ও ৪ ভাগ জল) ও তন্মধ্যে

পারদলিপ্ত দস্তা (Zn) দণ্ড থাকে, চিত্র—১২৮। তুঁতের জলের ঘনতা বা তেজ বজায় রাখিবার জন্য বড় পাত্রটির উপর দিকে একটি ছিদ্রময় ‘তাক’ করিয়া তন্মধ্যে তুঁতের ঢেলা রাখা হয়। কোন কোন স্থলে তামার পাতটিকেই পাত্রাকারে বড় পাত্রটির পরিবর্তে ব্যবহার করা হয়। তামার পাতটি বা পাত্রটি পজ্জিতিত পোল, দস্তা দণ্ড নেগেটিভ পোল, সালফিউরিক এসিড উত্তেজক ও তুঁতে ডিপোলারাইজার। কার্যাবলী—



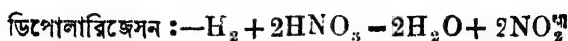
সেল গঠন :— $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$  চিত্র—১২৮

ডিপোলারাইজেশন :— $\text{H}_2 + \text{CuSO}_4 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Cu}$

অতএব দেখা যাইতেছে যে সেল গঠনে যে পরিমাণ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  নষ্ট হয়,  $\text{CuSO}_4$  হইতে সেই পরিমাণ এসিড উৎপন্ন হয়, সুতরাং এসিড ফুরাইয়া যাইবার সম্ভাবনা নাই, কেবলমাত্র Zn এর ক্ষয় হইতেছে এবং Cu তাম্র পাতের গাত্রে নিষ্কাশিত হইতেছে ও তাহাতে লাগিতেছে সুতরাং তাম্র পাতটি ক্রমশঃ মোটা হইতে থাকিবে ও  $\text{Cu SO}_4$  কমিতে থাকিবে।

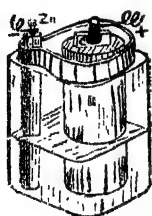
দ্রষ্টব্য—অন্তর্কর্ত্তা পাত্রের জন্য কুপময় পাত্র ব্যবহার করিতে হয় বাহাতে তরল পদার্থে সিক্ত হইয়া এই পাত্রটির মধ্য দিয়া তরল পদার্থের যোগাযোগ ঘটিলে সেলের কার্য এক পাত্রস্থ একটি পোল হইতে অপর পাত্রস্থ অন্য পোল পর্যন্ত বাহিত হয়, অথচ পাত্র-দুইটির মধ্যস্থ বিভিন্ন পদার্থ দুইটির সংমিশ্রণ না ঘটে।

বুনসেন সেল ( Bunsen Cell ) :—ইহাতেও দুইটি পাত্র আছে। একটি বড় কাঁচের বা চিনামাটির বাহার মধ্যে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিড ( ১ ভাগ এসিড ও ১২ ভাগ জল ) ও নলাকারে বাঁকান পারদলিপ্ত দস্তার (Zn) পাত থাকে। এই দস্তার চোঙ্গের মধ্য দিয়া দ্বিতীয় কুপময় চিনামাটির পাত্রটিকে প্রথম পাত্রে রাখা হয় ও এই দ্বিতীয় পাত্রে নাইট্রিক এসিড (  $\text{HNO}_3$  ) ও তন্মধ্যে C কয়লাদণ্ড (Carbon rod) থাকে। C দণ্ডটি পজ্জিতিত ও Zn পাতটি নেগেটিভ পোল,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  উত্তেজক ও  $\text{HNO}_3$  ডিপোলারাইজার। কার্যাবলী—



অতএব এই সেলে  $\text{Zn}$  ও  $\text{H}_2\text{SO}_4$  উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং হানিকর ও অস্বাস্থ্যকর  $\text{NO}_2$  গ্যাস নির্গত হয়।

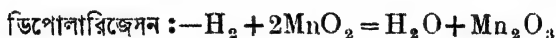
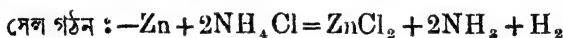
লেকল্যাঙ্ক সেল ( Leclanche Cell ) :—ইহাতেও দুইটি পাত্র আছে চিত্র—১২২। একটি বড় কাঁচের শিশি বা জারের মধ্যে তীব্র, নিশাদলের জল ( Saturated  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solution ) থাকে ও তন্মধ্যে পারদলিপ্ত  $\text{Zn}$



দণ্ড ও দ্বিতীয় কূপময় চিনামাটির পাত্রটি থাকে। এই দ্বিতীয় পাত্রটির মধ্যে  $\text{MnO}_2$  ও গ্যাস কয়লার গুঁড়া দ্বারা ঘেরা একটি কয়লাদণ্ড (C) থাকে। এই গুঁড়াগুলিকে একরূপ চাপিয়া ভর্তি করা হয় যেন কয়লাদণ্ডটি বেশ শক্ত ভাবে আঁটিয়া যায় ও

চিত্র—১২২ পরে পাত্রটির মুখ পিচদ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়।

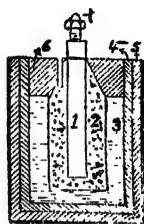
এই কয়লাদণ্ডের উপর পিচের শেষ ভাগে একখণ্ড সীসা বা পিত্তল সংযুক্ত থাকে ও ইহাট পজিটিভ (+) পোল এবং  $\text{Zn}$  নেগেটিভ (−) পোল,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  উত্তেজক ও  $\text{MnO}_2$  ডিপোলারাইজার। কার্যাবলী—



অতএব ইহাতে  $\text{Zn}$  ও উত্তেজক  $\text{NH}_4\text{Cl}$  উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে এবং ‘এমোনিয়া’ গ্যাস ( $\text{NH}_3$ ) নির্গত হয়।

শুকসেল ( Dry cell )—প্রায় সকলপ্রকার শুকসেল লেকল্যাঙ্ক সেলের ন্যায়, কেবলমাত্র তরল পদার্থের সহিত কিছু মিশ্রিত করিয়া উহাকে ঘন করিয়া ব্যবহার করা হয়। E. C. C. শুকসেলের গঠন ১৩০ চিত্রে প্রদত্ত হইল। ইহাতে (৪) চোঙ্গের মত দস্তা পাতের পাত্র, ইহার পরেই (৩) কর্দ্ধমাকার ঘন পদার্থ, ইহা প্যারিস প্লাষ্টার, ময়দা, জিঙ্ক ক্লোরাইড

(  $\text{ZnCl}_2$  ) ও নিশাদল (  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ) জলে মাখিয়া প্রস্তুত হয়, এই ঘন পদার্থের পর আবার দ্বিতীয় একটি ঘন পদার্থ ( ২ ) আছে। এই দ্বিতীয় ঘন পদার্থ কয়লার গুঁড়া, ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, জিক্কোরাইড ও নিশাদলকে জলে মাখিয়া প্রস্তুত। এই দ্বিতীয় ঘন পদার্থের মধ্যে (১) একটি গ্যাস কয়লার দণ্ড। এই সেলটি বাহিরে পিজবোর্ড ( ৫ ) আবৃত ও উপর দিকে পিচ দিয়া ঢাকা এবং উপরে একটি সরু ছিদ্র থাকে যাহাতে উহার মধ্য হইতে গ্যাস নির্গত হইতে পারে। ইহাতে কার্বন পজিটিভ পোল ও দস্তা নেগেটিভ পোল। ইহার ই, এম, এফ, প্রায় লেকল্যাক সেলের ত্রায়, এবং আভ্যন্তরিক বাধা সাধারণতঃ ৫ ওম এরও কম।



চিত্র—১৩০

হেলসেন(Hellesen) শুষ্ক সেল—গোলকাগজ আবৃত উপর্যুপরি দুইটি দস্তা পাতের পাত্র থাকে, তন্মধ্যে অস্তবর্তী পাত্রটি ছিদ্রময়। এই পাত্রদ্বয়ের মধ্যে জলের সহিত কর্দমাকারে প্যারিস প্লাষ্টার, নিশাদল ও ট্রাংকাস্ত গর্দ মিশ্রিত থাকে। সেলটির মধ্যস্থলে কার্বন দণ্ড থাকে ও এই কার্বনদণ্ডের চতুর্দিকে জলে মিশ্রিত ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, নিশাদল ও প্লাম্বেগো (Plumbago) কর্দমাকারে ব্যবহৃত হয়। সেলটি উপরদিকে পিচ দিয়া ঢাকা ও এই পিচের মধ্য দিয়া সরু ছিদ্র থাকে যাহাতে ভিতর হইতে গ্যাস নির্গত হইতে পারে। আকৃতি অনুযায়ী ইহাদের আভ্যন্তরিক বাধা ২—৭ ওম পর্য্যন্ত হয়।

শুকসেলের সুবিধা এই যে তাহাদিগকে সহজে একস্থান হইতে অন্যস্থানে লইয়া যাওয়া যায়, যে কোন অবস্থায় তাহাদের ধারণ করা যায়, তাহাদিগকে বিশেষ দেখা শুনা করিতে হয় না এবং তাহারা সাধারণ তরল পদার্থ বিশিষ্ট সেল অপেক্ষা পরিষ্কার পরিচ্ছন্ন।

বাইক্রোমেট সেল (Bichromate cell):—ইহা একটি এবনাইট ছিপি

বিশিষ্ট কাঁচের বোতলে প্রস্তুত, চিত্র—১৩১। দুইটি সমান্তরাল কয়লার পাত



পজ্জিতিত পোল, ইহার পিত্তল দ্বারা উপরে সংযুক্ত। ইহাদের মধ্য দিয়া একটি পারদলিপ্ত Zn পাত আছে, ইহাই নেগেটিভ পোল। এই Zn পাতটি ছিপির মধ্য দিয়া একটি গোল দণ্ডের দ্বারা ধৃত। সেল ঘণন ব্যবহার হইতেছে না তখন এই দণ্ডটিকে টানিয়া উপর দিকে তুলিয়া লইলে Znটি তরল

চিত্র—১৩১ পদার্থ হইতে উঠিয়া আসে, স্বতরাং আর ক্ষয় হয় না।

ইহাতে যে তরল পদার্থ ব্যবহার হয় তাহার উপাদান নিম্নে প্রদত্ত হইল।

জল..... ১০০ ভাগ  $K_2Cr_2O_7$ ..... ১০ ভাগ

$H_2SO_4$ ..... ৩০ „  $Hg_2SO_4$ ..... ১ „

$Hg_2SO_4$  ( মার্কিউরাস সালফেট ) Zn কে এমালগাম বা পারদলিপ্ত

অবস্থায় রাখিবার জন্য ব্যবহার হয়। এই সেলের কার্যাবলী—

সেলগঠন :— $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

ডিপোলারাইজেশন :— $K_2Cr_2O_7$  ও  $H_2SO_4$  মিলিয়া পোটাসিয়াম

সালফেট ( $K_2SO_4$ ) ও ক্রোমিক এসিড ( $H_2CrO_4$ )

উৎপন্ন হয়। এই ক্রমিক এসিডই প্রকৃত পক্ষে ডিপোলারাইজারের কার্য

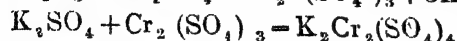
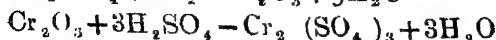
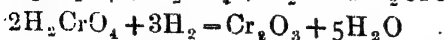
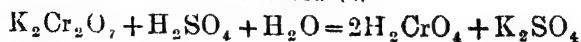
করে অর্থাৎ  $H_2$  কে জলে পরিণত করে ও তজ্জন্ম নিজে ক্রোমিক অক্সাইড

( $Cr_2O_3$ ) হইয়া যায়। এই ক্রোমিক অক্সাইড পরে  $H_2SO_4$  এর

সহিত গিলিত হইয়া ক্রোমিয়াম সালফেট  $Cr_2(SO_4)_3$  হয় এবং

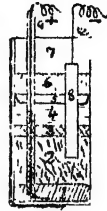
তাহা  $K_2SO_4$  এর সহিত যুক্ত হইয়া ক্রোম-এলাম  $K_2Cr_2(SO_4)_4$

নামক এক প্রকার লবণ উৎপন্ন করে যথা—



অতএব এই সেলে  $H_2SO_4$  ও Zn উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

ক্লার্কসেল (Clark Cell) :—ষ্ট্যান্ডার্ডরূপে এই সেলটি ই, এম, এক, পরিমাপ কার্যে ব্যবহার হয়। বোর্ড-অফ-ট্রেড (Board of Trade) কর্তৃক নির্ধারিত সেলের গঠন ১৩২ চিত্রে প্রদত্ত হইল। ধারণকারী পাত্রটি একটি ২ সেন্টিমিটার চওড়া ও ৪ বা ৫ সেন্টি-মিটার লম্বা কাঁচের পাত্র। এই পাত্রের তলদেশে (১) পারদ আছে, এই পারদ পজিটিভ পোল। এই পারদের উপরে (২) একটি খুব ঘন কদমাকার পদার্থ; এই ঘন পদার্থ জলে জিঙ্ক-সালফেট ( $ZnSO_4$ ) কে পূর্ণমাত্রায় গুলিয়া তাহার সহিত মার্কু'রাস সালফেট ( $Hg_2SO_4$ ) মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত। এই ঘন পদার্থের উপর (৩)



জিঙ্ক সালফেটের দানা ও তদুপরি (৪) পূর্ণমাত্রায় গোলা জিঙ্ক সালফেটের চিত্র—১৩২ জল থাকে। পাত্রটিকে প্রথমতঃ (৬) কর্কের ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া তদুপরি সোডিয়াম সিলিকেট আবৃত (৭) শিরীষ দ্বারা উপর দিক হইতে আবদ্ধ করা হয়। (৮) একটি দণ্ডা দণ্ড ইহাই নেগেটিভ পোল ও (৯) একটি কাঁচের নলদ্বারা আবৃত পারদস্পর্শি প্লাটিনাম তার, ইহাই পজিটিভ পোল। এই সেলের  $15^\circ C$  তপ্ততায় ই, এম, এক,  $1.838$  ভোল্ট এবং ইহার টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট  $= -0.00099$ । সুতরাং  $t^\circ C$  তপ্ততায় যদি ই, এম, এক, হয়  $E_t$ , তাহা হইলে  $E_t = 1.838 [1 - 0.00099 (t - 15)]$ ।

ক্লার্কসেলের প্রস্তুত প্রকরণ :—পারদকে ডিষ্টিল (distil) করিয়া (অর্থাৎ তাপযোগে বাষ্পীভূত করিয়া ঐ বাষ্পকে পরিষ্কার পাত্রে তরলতায় ঘনীভূত করিয়া) পরিষ্কৃত করিতে হইবে।

দস্তা ( $Zn$ ) দণ্ডটির এক প্রান্তে একটি ভাস্কর তার বালিয়া, উহাকে শিরীষ কাগজ দ্বারা বাঁজিয়া, সালফিউরিক এসিডে ডুবাইয়া, ডিষ্টিল্ড জলে ধুইয়া শুষ্ক করিয়া লইতে হইবে।

মার্কু'রাস সালফেটকে পরিষ্কারের জন্য উহাকে একটি বোতলের মধ্যে জল ও একটু নির্মূল পারদ সহ বারকতক নাড়িয়া জল ফেলিয়া দিতে হইবে, এরূপ দুইবার করিতে হইবে।

জিঙ্ক সালফেট'কে একটি পাত্রের মধ্যে অর্দেক (ওজনে) পরিমাণ ডিষ্টিল্ড জলে গুলিয়া, (যদি একটুও এসিড থাকে তাহা নষ্ট করিবার নিমিত্ত) উহার সহিত সালফেটের ওজনের দুইগুণাংশ (২%) জিঙ্ক অক্সাইড ( $ZnO$ ) মিশ্রিত করিতে হইবে। পরে উহাকে ঈষৎ উষ্ণ ( $30^\circ C$  অধিক না হয়) করিতে হইবে। তৎপরে জিঙ্ক অক্সাইডকে (এসিড নাশ করিয়া বাহা অতিরিক্ত থাকে), সালফেটে পরিণত করিবার নিমিত্ত উহাকে

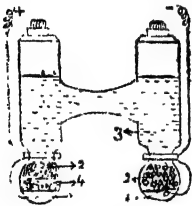


জিক সালফেটের ওজনের অষ্টমাংশ (১২½ %) মার্কুরাস সালফেট (যাহা পূর্বমতে পরিষ্কৃত হইয়াছে) মিশ্রিত করিয়া গরম থাকিতে থাকিতে ছাকিয়া (filter) লইয়া বোতলজাত করিতে হইবে।

কর্দমাকার পদার্থটি জিক সালফেট গোলা জলে মার্কুরাস সালফেট মিশ্রিত করিয়া (যাহাতে জলে পূর্ণমাত্রায় জিকসালফেট থাকে তজ্জন্ত বোতল হইতে ইহার কিছু দানা লইয়া মিশ্রিত করিতে হয়) তাহাতে একটু পারদ দিয়া নাড়িয়া নাড়িয়া প্রস্তুত হয়। এই কর্দমাকার পদার্থকে ঈষৎ উষ্ণ করিয়া (৩০°C অধিক না হয়) শীতল হইবার সময় ঘটাপানেক পর্য্যন্ত মধ্যে মধ্যে নাড়িতে হয়। তাহা হইলেই পূর্ণ মাত্রায় জিক সালফেট ও মার্কুরাস সালফেট জুলিয়া যায়।

পাটিনাম তারের প্রান্তকে লৌহিত তপ্ত করিয়া পারদের মধ্যে নিমজ্জিত করা হয়।

ওয়েস্টন সেল (Weston Cell) :—ইহাও ই, এম, এফ, পরিমাপ কার্যে ব্যবহার হয়। ইহার গঠন ১৩৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। (১) পারদ, ইহাই



পজিটিভ পোল, (৪) ঘন কর্দমাকার মার্কুরাস সালফেট, ইহা ডিপোলারাইজার (১) পারদসিক্ত ক্যাডমিয়াম, ইহা নেগেটিভ পোল (২) ক্যাডমিয়াম সালফেটের দানা (৩) পূর্ণমাত্রায় গোলা ক্যাডমিয়াম সালফেটের জল, ইহাই উত্তেজক। ইহাতে দুইটি ধাতব অঙ্গুরীয় আছে, একটি পারদের সহিত অপরটি ক্যাডমিয়ামের সহিত

চিত্র—১৩৩

সংযুক্ত, হুভরাং ইহারাই সেলের পোলদ্বয়। এই সেলের

ই, এম, এফ, ২০°C তপ্ততায় ১.০১৮৪ ভোল্ট (International Volt) এবং ১°C তপ্ততার যদি ই, এম, এফ, হয় E.t, তাহা হইলে

$$E = 1.0184 - 0.0000846(t - 20) - 0.000009(t - 20)^2 + 0.000001(t - 20)^3$$

এক প্রকার সামুদ্রিক মৎস্ত (চিত্র



চিত্র—১৩৪

১৩৪) আছে যাহাধের মাথা হইতে লেজ পর্য্যন্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সেলে পরিপূর্ণ। এই সেলগুলির সংখ্যা এত অধিক যে,

উহাকে স্পর্শ করিবামাত্র “শক”

লাগে। এই গুণ বারাই এই মৎস্ত আক্রমণকারী হইতে রক্ষা লাভ করে।

## সপ্তম পরিচয় ।

**বাধা বা রেজিস্ট্যান্স ( Resistance ) :—**বিদ্যুৎকে প্রবাহিত হইতে হইলে উহার গন্তব্য পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে হয় । ক্তরাং এই বাধা যত অধিক হইবে বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ ( Current strength ) ততই কম হইবে । এই বাধা পরিমাপের একক ‘ওম’ ( Ohm ) ।  $0^{\circ}\text{C}$  তপ্ততায় ১ বর্গ মিলিমিটার চওড়া ১০৬.৩ সেন্টিমিটার দ্বারা পারদ স্তম্ভের বাধা ১ ওম বা ৫০ গজ ২০ B. W. G. তামার তারের বাধা প্রায় ১ ওম । ‘ওয়ায়েস্টোন ব্রিজ’ ( Wheastone Bridge ) বা ‘ওমমিটার’ ( Ohmmeter ) দ্বারা বাধা মাপা হয় ।

**বাধার নিয়ম ( Law of Resistance ) :—**

( ১ ) পথের বাধা উহার দৈর্ঘ্য অনুপাতে হয়, অর্থাৎ দৈর্ঘ্য যত অধিক হইবে বাধাও সেই অনুযায়ী অধিক হইবে ।

( ২ ) পথের বাধা উহার আড়কর্তনের বিস্তৃতির ( Cross sectional area ) বিক্রপ ভাবের হয় অর্থাৎ পথটি যত চওড়া হইবে বাধা ততই কম হইবে ।

( ৩ ) ইহা পথের পদার্থটির ‘বস্তুগত বাধা’ দিবার ক্ষমতার ( Specific Resistance ) উপর নির্ভর করে । বিভিন্ন প্রকার পদার্থের বাধা দিবার ক্ষমতাও বিভিন্ন । কোন পদার্থের ঘন ১ সেন্টিমিটারের ( a Centimeter Cube ) বাধা দিবার ক্ষমতাকে ‘স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স’ বা ‘বস্তুগত বাধা’ বলে । যে সকল বস্তুর স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স অতি অল্প যেমন ধাতব পদার্থাদি, তাহাদিগকে পরিচালক বলে । পরিচালকদিগের বস্তুগত বাধা সেইজন্য ‘মাইক্রোম’ ( Microhm ) অর্থাৎ ১০০০০০০০ ওম দ্বারা মাপা হয় । তরল পদার্থাদির বস্তুগত বাধা খুব বেশীও নয়, কমও নয় । সেই

## বস্তুগত বাধার তালিকা

পদার্থের নাম	মাইক্রোমে বস্তুগত বাধা প্রতি ঘন ১ সেমি (Legal Microhm)	টেম্পারেচার কো- এফিসিয়েন্ট "α" $R_t = R_o (1 + \alpha t)$
রূপা ( Silver )	১.৪৬৮	০.০০৪৪
তাম্র (Copper annealed)	১.৫৬	০.০০৩৯
" (Hard drawn)	১.৬২	০.০০৩৮
লৌহ	৯.০৬	০.০০৭৭
নিকেল	২২.৬৩	০.০০৪৯
সীসা	২০.৪	০.০০৪২
পারদ	৯৪	০.০০৭৫
প্লাটিনাম	১০.৯৬	০.০০৩৭
জাঞ্চান সিলভার	৩১	০.০০০৪
প্লাটিনাম	৪২	০.০০২২
ম্যাঙ্গানিন	৪৩	০.০০০০৬.
টাংষ্টেন	৫.৫১	০.০০৪৫
দস্তা	৫.৭৫	০.০০৩৭
পিকুল	৭	০.০২
<u>তরল</u>	<u>গুণ</u>	
জল ৪°C	৯ × ১০ <sup>৮</sup>	
" ১৫°C	৩ × ১০ <sup>৮</sup>	
সালফিউরিক এসিড ৫ % ১৮°C	৪.৮৮	
"         "   ২০ %   "	১.৫৬	
তুঁতের জল (Strurated)	৩০	
<u>অপরিচালক</u>	<u>মেগোম</u>	
পোসীলেন	৩ × ১০ <sup>৯</sup>	
গালা (Shellac)	৯ × ১০ <sup>৯</sup>	
রজন	৫ × ১০ <sup>১০</sup>	
অত্র ( রংহীন )	২ × ১০ <sup>১১</sup>	
কাঁচ	২ × ১০ <sup>৭</sup>	
বায়ু	∞	

ঘন এক ইঞ্চির বাধা = ৩৯.০৭ × ঘন ১ সেমি বাধা ।

জন্তু উহা 'ওম' দ্বারা পরিমিত হয়। বাহ্যদের বস্তুগত বাধা অত্যন্ত অধিক তাহাদিগকে অপরিচালক বলে এবং তাহাদের বেলায় ইহা 'মেগোম' (Megohm) অর্থাৎ ১০০০,০০০ ওম দ্বারা মাপা হয়।

উদ্ভবঃ—পরিচালকতা (Conductivity) বা কোন বস্তুর নিজের মধ্য দিয়া প্রবাহ চালাইবার ক্ষমতা উহার বাধার উপর বিপরীত ভাবে নির্ভর করে। অর্থাৎ উহা যত অধিক বাধাদায়ক হইবে উহার পরিচালকতা ততই কম হইবে। সুতরাং ইহা  $\frac{1}{\text{বাধা}}$  বা  $\frac{1}{\text{ওম}}$  দ্বারা পরিমিত হয় ও ইহাকে 'মো' (Mho, Ohm কণাটি উল্টাইয়া) বলে। অতএব পরিচালকতা বা মো =  $\frac{1}{\text{ওম}}$ ।

বাধার উপর তাপের ফল (Effect of temperature on resistance) :—বস্তুদিগের বাধা দিবার বা পরিচালনা করিবার ক্ষমতা তপ্ততার উপর নির্ভর করে। অপরিচালকদিগের রোধ-ক্ষমতা তপ্ততা বৃদ্ধিতে ক্রমশঃ বায়, এমন কি কোন কোন অপরিচালক খুব গরম হইলে ভাল পরিচালকে পরিণত হয়। যথা—১০°F তপ্ততা বৃদ্ধি হেতু তামার বাধা ২% বাড়িয়া যায় আর অপরিচালক গাটাপার্চার বাধা কমিয়া প্রায় অর্ধেক হইয়া যায়; ২০°F তপ্ততা বৃদ্ধি হেতু তামার বাধা প্রায় ৪.২% বাড়ে ও গাটাপার্চার বাধা কমিয়া প্রায় ( $\frac{1}{2}$ ) পঞ্চমাংশ হয়। ম্যাঙ্গানিন্ (Manganin—৮৪% তামা + ১২% ম্যাঙ্গানিজ + ৪% নিকেল) নামক একটি বিশ্রী ধাতুর বাধা ০°C হইতে ৩৫°C মধ্যে অতি অল্প বৃদ্ধি হয় ও তারপর কমে, কিন্তু এই পরিবর্তন এত অল্প যে তাহা অগ্রাহ্য করা বাইতে পারে, সেইজন্তু পরীক্ষা কার্যে ইহা স্ট্যান্ডার্ড রূপে ব্যবহার হয়। জার্মান সিলভার (German Silver—৪০% তামা + ১০% দস্তা + ২% নিকেল) ও প্লাটিনয়েড্ (Platinoid—৫৯% তামা + ২৫.৫% দস্তা + ৪% নিকেল + ১.৫% টাংষ্টেন) নামক মিশ্র ধাতু দুইটিরও তপ্ততা হেতু বাধা পরিবর্তন অতি অল্প হয়।

ধাতুদিগের তপ্ততার সহিত বাধার নিম্নলিখিত সম্বন্ধটি পাওয়া যায়—  
 $R_t = R_0 (1 + at + bt^2)$ ,  $R_t = t^\circ\text{C}$  এর বাধা  $R_0 = 0^\circ\text{C}$  এর বাধা,

$t$  = তপ্ততা,  $a$  ও  $b$  কোনও নির্দিষ্ট ধাতুর বেলায় অপরিবর্তনীয় কিন্তু বিভিন্ন ধাতুর সময় ইহা একটু বদলাইয়া যায়। এই সম্বন্ধটিতে  $b$  অতি অল্প সেইজন্য ইহাকে ত্যাগ করিয়া এই সম্বন্ধ সম্বন্ধটি লওয়া হয় :—

$$R_t = R_0 (1 + at)$$

$a$ কে টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট (Temperature Co-efficient) বা বাধা পরিবর্তন-সংখ্যা বলে, ইহা একক বাধার  $1^\circ\text{C}$  তপ্ততা হেতু বৃদ্ধিকে বুঝায়। নিম্নলিখিত ধাতুদিগের পক্ষে দেখা যায় যে  $a = .0003$ , কেবলমাত্র পারদের পক্ষে  $.0008$ ।

ইহা হইতে অনুমান হয় এবসোলিউট শূন্য ডিগ্রিতে ( $-273^\circ\text{C}$ ) নিম্নলিখিত ধাতুদিগের বাধা থাকিবে না, অবশ্য যদি ঐ টেম্পারেচার পর্যন্ত ঠাণ্ডা করা অবধি বাধার টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট ঠিক এইরূপ থাকে। কিন্তু কার্যতঃ তাহা ঘটে না, যথা—প্লাটিনামের পক্ষে দেখা গিয়াছে— $200^\circ\text{C}$  এর নিকট তপ্ততা হ্রাস হেতু উহার যে পরিমাণে বাধা হ্রাস হয়— $200^\circ\text{C}$  এর নিকট তদপেক্ষা অনেক কম পরিমাণে হয়, আবার লৌহের পক্ষে দেখা যায় যে— $250^\circ\text{C}$  এর অবস্থার বাধা— $100^\circ\text{C}$  এর বাধার অপেক্ষা অধিক।

**মিশ্র ধাতু:**—মিশ্র ধাতুদিগেরও তপ্ততা বৃদ্ধির সহিত বাধাবৃদ্ধি হয় বটে, কিন্তু নিম্নলিখিত ধাতুদিগের সহিত তুলনায় অতি অল্প পরিমাণে। যথা:—জাম্বাণ সিলভারের  $a = .00088$  (অর্থাৎ নিম্নলিখিত ধাতুর প্রায়  $\frac{1}{2}$  ভাগ)। মিশ্র ধাতুদিগের বাধা নিম্নলিখিত ধাতু অপেক্ষা অনেক অধিক কিন্তু টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট অর্থাৎ তপ্ততা হেতু পরিবর্তন অতি অল্প, সেইজন্য ইহাদিগকে আধক-বাধা মাপক যন্ত্র (High resistance measuring instruments) ও বাধাদায়ক কয়েল (Standard resistance coil) ব্যবহার করা হয়, যেহেতু ব্যবহারকালে প্রবাহ জানত উদ্ভাপে গরম হইলেও বাধা প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

কার্বন (Carbon) ও অপরিচালক :—তপ্ততা বৃদ্ধিতে ইহাদিগের বাধা কমিয়া যায়, অর্থাৎ উহাদিগের টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট নেগেটিভ বা বিয়োগবাচক। কার্বন ফিলামেন্ট বাতির কার্বনের শীতল অবস্থার বাধা

উত্তপ্ত অবস্থার বাধার ১'৬—২'৪ গুণ।

দেখা গিয়াছে একটি সাধারণ ঐরূপ

বাতির শীতল অবস্থার বাধা ছিল ৩০০

ওম, এবং ভোল্টেজ বা চাপ বাড়াইতে

শাকিলে তাহার বাধা ক্রমশঃ কমিয়া

৭৫ ভোল্টে ২৮৮ওমে পরিণত হইয়াছিল,

এবং ৯০ ভোল্টে হওয়া পর্যন্ত ইহা

ঐরূপ ছিল, পরে ১৪০ ভোল্টে কমিয়া

৯৩ ওম হইয়াছিল। গাটাপার্চা ও

সিগুরা রবারের (India Rubber)

০°C এর বাধা ২৪°C এর বাধার

স্বাভাবিক ২৪ গুণ। 'জিরকোনিয়া'

(Zirconia) নামক পদার্থটি সাধারণ

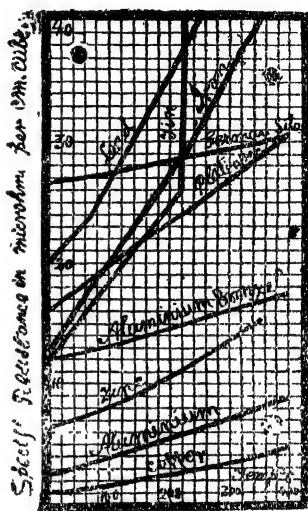
তপ্ততায় অপরিচালক কিন্তু অধিক তপ্ততায় পরিচালক। ইহা নাট

(Nernst) বাতিতে 'থোরিয়া'র সহিত (Thoria) মিশ্রিত হইয়া ব্যবহৃত

হয়। জিরকোনিয়া জিরকোনিয়ানের অক্সাইড ও থোরিয়া থোরিয়ানের

অক্সাইড। কতকগুলি বস্তুর তপ্ততার সহিত বাধার সম্বন্ধ ১৩৫ চিত্রে

প্রদর্শিত হইল।



চিত্র—১৩৫

দ্রষ্টব্য। কোন বস্তুর বাধা উহার আবৃত্তিক অবস্থা, ঘনতা, বিশুদ্ধতা, কাঠিন্য প্রভৃতির উপর নির্ভর করে। দেখা গিয়াছে তাহার ঘনতা কমাইলে উহার বাধা বাড়িয়া যায়। তার খলি চাপ প্রাপ্ত হইলে কড়া হইলে বাধা বাড়িয়া যায়। নিম্নলিখিত ধাতুর বাধা অপেক্ষা মিশ্র ধাতুদিগের বাধা সবসময়েই অধিক।

বাধা সম্পর্কীয় হিসাব :—আমরা বাধার প্রথম নিয়ম হইতে দেখিতে পাই যে,  $R \propto l$  এবং দ্বিতীয় নিয়ম হইতে দেখিতে পাই যে  $R \propto \frac{1}{a}$ , ( $l$  = পথের দৈর্ঘ্য ও  $a$  = পথের আড়কর্তনের বিস্তৃতি)। সুতরাং এই দুইটিকে একত্র করিলে  $R \propto \frac{l}{a}$  বা  $R = K \times \frac{l}{a}$ , ( $K$  = কোন অপরিবর্তনীয় সংখ্যা)। এখন যদি  $l = 1$  সেমি. ও  $a = 1$  বর্গ সেমি হয়, তাহা হইলে  $R = K$ , সুতরাং  $K$  = পথের পদার্থের বস্তুগত বাধা। এই বস্তুগত বাধাকে যদি  $S$  লেখা যায় তাহা হইলে  $R = S \frac{l}{a}$ ।

অনেক সময়ে ঘন এক ইঞ্চির বাধাকে  $S$  বলা হয়, ঘন ১ সেমির বাধাকে '৩৯.৩৭' দিয়া গুণ করিলে ঘন এক ইঞ্চির বাধা পাওয়া যায়। তারের দৈর্ঘ্য সচরাচর ফুট বা গজ দ্বারা মাপা হয় এবং তালিকাতেও এই হিসাবেই উহার বাধা দেওয়া থাকে। তারের স্থূলতা উহার আড়কর্তনের বিস্তৃতি দ্বারা মাপা হয়। গোল তারের পক্ষে এই আড়কর্তনের বিস্তার বর্গ বর্গ ইঞ্চি কখনও বা 'সার্কুলার মিল' (Circular mil) দ্বারা মাপা হয়।

সার্কুলার মিল (Circular mil) :—মিলে পরিমিত ব্যাসের বর্গকে তারের সার্কুলার মিলে স্থূলতা বলা হয়। ৩.১৪ বা ০.০১ ইঞ্চিকে মিল বলা হয়। সুতরাং যদি একটি তারের ব্যাস হয় ৪ মিল বা ০.০৪ ইঞ্চি, তাহা হইলে  $৪ \times ৪ = ১৬$  সার্কুলার মিল, অথবা যদি ব্যাস হয়  $\frac{১}{৪}$  বা ০.২৫ ইঞ্চি তাহা হইলে ০.২৫ ইঞ্চি = ২৫০ মিল, সুতরাং স্থূলতা =  $২৫০ \times ২৫০ = ৬২৫০০$  সার্কুলার মিল। সার্কুলার মিলে স্থূলতা মাপিতে হইলে মাইক্রোমিটার (Micrometer) দ্বারা মিলে উহার ব্যাস মাপিয়া লইয়া তাহাকে বর্গ করিয়া লওয়া হয়।

চতুর্ভুজ আড়কর্তনের তারের স্থূলতা বর্গ বর্গ মিল (Square mil) দ্বারা পরিমিত হয়। ১ বর্গ বর্গ মিল বলিতে ১ মিল লম্বা ও এক মিল চওড়া চৌক্য বিস্তৃতিকে বুঝায়। যেহেতু বৃত্তের বিস্তৃতি =  $\frac{\pi D^2}{4} = ০.৭৮৫৪ D^2$ , ১ সার্কুলার মিল =

৭৮৫৪ সয়ার মিল। যথা—একটি তামপাত পরিচালকের আড়কর্তন ১ ইঞ্চি  $\times$  ১ ইঞ্চি। সয়ার মিলে ও মাকুলার মিলে ইহার স্থলতা কত ?

$$\frac{১}{১৬} \text{ ইঞ্চি} = \frac{১ \times ১০০}{১৬} = ৬.২৫ \text{ মিল, } \therefore \text{সয়ার মিলে স্থলতা} = ১০০০ \times ৬.২৫ = ৬২৫০০$$

$$\therefore \text{মাকুলার মিলে স্থলতা} = ৬২৫০০ \div ৭৮৫৪ = ৭.৯৬৮৭।$$

মিল ফুট—(Mil foot):—১ মিল ব্যাসের ১ ফুট লম্বা তারকে ১ মিল ফুট বলে : ১ মিল ফুট অমিশ্র তামার তারের ৭৫° F তপ্ততায় বাধা = ১০.৭৯ ওম, সুতরাং তামার যে কোন তারের বাধা =  $\frac{\text{ফুটে তারের দৈর্ঘ্য} \times ১০.৭৯}{১০০}$  ওম। যথা—৫০০ গজ লম্বা ২৫০ মাকুলার মিল

মাকুলার মিল মোটা তারের বাধা কত হইবে ?

$$\text{বাধা} = \frac{৫০০ \times ৩ \times ১০.৭৯}{২৫০} = ৬৪.৭৪ \text{ ওম।}$$

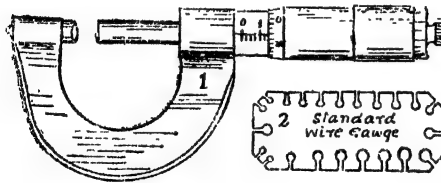
ইহা হইতে তারের স্থলতাও পাওয়া যায়।

$$\text{মাকুলার মিল} = \frac{\text{ফুটে তারের দৈর্ঘ্য} \times ১০.৭৯}{৩০০}$$

যথা—৫০০ গজতারের যদি বাধা ৬৪.৭৪ ওম হয় তাহা হইলে উহার স্থলতা কত হইবে ?

$$\text{মাকুলার মিল} = \frac{৫০০ \times ৩ \times ১০.৭৯}{৬৪.৭৪} = ২৫০।$$

মিল হিসাবে তারের বা পাতের স্থলতা মাপবার ক্ষমত মাইক্রোমিটার স্ক্রু-গেজ (Micrometer screw gauge) ব্যবহার হয়। এই স্ক্রু গেজ ১৩৬—চিত্রে দর্শিত



চিত্র—১৩৬, ১৩৭।

হইয়াছে। ইহাতে  $\frac{১}{১০}$

ইঞ্চি পর্যন্ত মাপা যায়।

ইহা একটি প্রবিভাজক

(Vernier) যন্ত্র বিশেষ।

ইহাতে দশভাগে ১ ইঞ্চিকে

৪০টি ভাগে বিভক্ত করা

আছে। এই দশভাগের উপর একটি চোঙ্গকে ঘুরাইতে পারা যায়। এই চোঙ্গের দর্শিত শেষভাগটি ২৫ ভাগে বিভক্ত এবং ভিতরে একপাশে গুর বন্দোবস্ত আছে যে চোঙ্গকে পুরাপুরি ১ পাক বা ২৫ দাগ ঘুরাইলে উহা দশভাগের উপর ১ ঘর বা  $\frac{১}{১০}$  ইঞ্চি চালিত হয়। সুতরাং চোঙ্গকে উহার ছোট ছোট দাগের এক দাগ ঘুরাইলে ইহা দশভাগের উপর  $\frac{১}{১০} \times \frac{১}{১০} = \frac{১}{১০০}$  ইঞ্চি চালিত হয়। কোন কোন স্ক্রু গেজে চোঙ্গ ২৫ দাগেই বিভক্ত ও দশ ২০ দাগে বিভক্ত থাকে। ইহাদিগের বেলায় দেখা যাইবে



যে চোঙ্গকে দুই পাক ঘুরাইলে তবে উহা দণ্ডের উপর এক দাগ চালিত হয়, হুতরাং এক পাক বা ২৫ দাগ ঘুরাইলে উহা দণ্ডের উপর  $\frac{১}{১০} \times \frac{১}{২} = \frac{১}{২০}$  ইঞ্চি চালিত হয় অর্থাৎ চোঙ্গের ছোট এক দাগ ঘুরাইলে উহা  $\frac{১}{১০} \times \frac{১}{২} = \frac{১}{২০০}$  ইঞ্চি চালিত হয়। এই চোঙ্গটি চলিবার সহিত সম্মুখীন দণ্ডটি চালিত হয়, হুতরাং চোঙ্গটির ১ দাগ ঘূর্ণন হেতু সম্মুখীন দণ্ড  $\frac{১}{২০০}$  ইঞ্চি চালিত হয়। কোন তারের ব্যাস মিল হিসাবে মাপিতে হইলে প্রথমতঃ দুই মুখকে চেকাইয়া দিয়া দেখিতে হয় চোঙ্গের কোন্ দাগ দণ্ডের কোন্ দাগের সহিত মিলিয়াছে,—বস্ত্রের দোষ না থাকিলে চোঙ্গের • চিহ্নিত দাগ দণ্ডের • চিহ্নিত দাগের সহিত ভঙ্গিয়া যাইবে। পরে তারটিকে আটকাইতে হইলে দণ্ডের উপর চোঙ্গ পুরাপুরি কত দাগ সরিয়া আসিয়াছে তাহা দেখিতে হয়, এরূপ যতগুলি দাগ হইবে ততগুলি  $\frac{১}{২০}$  ইঞ্চি হইল এবং চোঙ্গের যে দাগটি দণ্ডের সহিত প্রথম মিলিয়াছিল সেই দাগটি চোঙ্গের সহিত ছোট ছোট ভাগের কত ভাগ ঘুরিয়া গিয়াছে তাহা দেখিতে হয়। এইরূপ যতগুলি ভাগ ঘুরিয়া গিয়াছে ততগুলি  $\frac{১}{২০০}$  ইঞ্চি হইল। এই দুইটিকে যোগ করিলে তারের স্থলতা পাওয়া যাইবে। যথা—চিহ্নে চোঙ্গ দণ্ডের উপর পূর্ণ পাঁচ দাগ ও চোঙ্গের তিন দাগ ঘুরিয়াছে, হুতরাং মুখদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান বা তারের স্থলতা  $= \frac{১}{২০} + \frac{১}{২০০} = \frac{১১}{২০০} + \frac{১}{২০০} = \frac{১২}{২০০}$  ইঞ্চি বা ২০০ মিল।

তারের স্থলতা সহজে উহার গেজ ( Gauge ) দ্বারা পরিমিত হয়। বিভিন্ন তার প্রস্তুতকারকগণের বিভিন্ন গেজ আছে, তন্মধ্যে যে কয়েকটা গেজ সাধারণতঃ প্রচলিত তাহাদের পরিমাপ তালিকায় প্রদত্ত হইল : এই তালিকা হইতে দৃষ্ট হইবে যে গেজ যত বাড়িতে থাকে তারের স্থলতা ততই কমে। অনেক স্থলে মোটা তার ব্যবহার করিতে হইলে বাঁকাইবার সময় বাহাতে উহা নরম হয় এবং ভাঙ্গিয়া না যায় সেইজন্য একটি মোটা তার ব্যবহার না করিয়া কতকগুলি সরু গেজের তার একত্র ব্যবহার করিতে হয়। এইরূপ তারের গেজ এই ভাবে লেখা হয় যথা— $\frac{১}{১৬}$  কেবল ( cable ), ইহাতে বুঝিতে হইবে যে ১৬ গেজের ৭টি তার একত্র আছে। হুতরাং ১৬ গেজের একটি তারের যে আড়কর্তনের বিস্তৃতি, ইহার বিস্তৃতি তাহার ৭ গুণ কিন্তু ইহার বাধা ঐ ৭ গুণ বিস্তৃতির একটি তারের বাধা অপেক্ষা প্রায় ৩% অধিক।

তারের গেজ সচরাচর ধারে কাটা দাগ বিশিষ্ট একটি চাকতি সাহায্যে দৃষ্ট হয়। বিভিন্ন তার প্রস্তুতকারকগণের গেজ বিভিন্ন বলিয়া তাঁহারা নিজেদের গেজ অমুখ্যায়ী চাকতি প্রস্তুত করেন। এই বিভিন্ন প্রকারের গেজ চাকতি বাজারে পাওয়া যায়। এরূপ একটি আমেরিকান ব্রাউন এ্যাণ্ড সার্প (American standard বা Brown and Sharp, B & S) গেজের চাকতি ১৩৭ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ঐ চাকতির ধারে ধারে কাটা দাগগুলির পাশে গেজের সংখ্যা লেখা থাকে। যে তারের গেজ জানিতে হইবে তাহাকে দেখিতে হইবে ঐ চাকতির কোন্ কাটা দাগের মধ্যে ঠিক ফিট করে, সেই ঘরের গেজই তারের গেজ।

তারের গেজের তালিকা ( ইঞ্চিতে পরিমিত ব্যাস )।

গেজ সংখ্যা	আমেরিকান ষ্ট্যান্ডার্ড গেজ ( B & S )	বিরমিংহাম ( B.W.G. )	ওয়ালস বারন এ্যাণ্ডমোরেন ( W & MG )	টেনটম ( N. T. )	G. W. Prenties	ব্রিটিশ ষ্ট্যান্ডার্ড ( S. W. G. )
০০০	০.৮২৬৪	০.৮২৫	০.৮২৬	০.৮২৬	০.৮২৬	০.৮২৬
০০	০.৮২৪৮	০.৮২০	০.৮২১	০.৮২০	০.৮২৪	০.৮২৪
০	০.৮২৪৬	০.৮২০	০.৮২১	০.৮২০	০.৮২৪	০.৮২৪
১	০.৮২২০	০.৮১০	০.৮১৩	০.৮১৫	০.৮১৭	০.৮১০
১২	০.৮১৮৮	০.৮০৮	০.৮১৫	০.৮১০	০.৮১৫	০.৮১০
১৪	০.৮১৮৪	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১৬	০.৮১০
১৬	০.৮১৮২	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১৭	০.৮১০
১৮	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১৮	০.৮১০
১৯	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২০	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২১	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২২	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২৩	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২৪	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২৫	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০
২৬	০.৮১০০	০.৮০৮	০.৮১০	০.৮১০	০.৮১১	০.৮১০

এই তালিকায় তারের স্থূলতা নির্ধারণের জন্ত উহার গেজের পরিমাপ দেওয়া হইয়াছে। এখনও পর্য্যন্ত তারের কোন দৈর্ঘ্য হেতু কি বাধা হইবে সে বিষয় কিছু বলা হয় নাই। যদি এই তালিকা সাহায্যে বাধা বাহির করিতে হয় তাহা হইলে তাহা কিছু গণনা সাপেক্ষ। কারণ

$R = S \frac{l}{a}$  এই সম্বন্ধ দ্বারা বস্তুগত বাধার তালিকা হইতে S এর পরিমাণ

ও উল্লিখিত তালিকা হইতে ব্যাস লইয়া তাহা হইতে a বাহির করিয়া গণনা করিতে হইবে। এত পরিশ্রম না করিয়া বাধা নির্ণয়ের গেজ অনুযায়ী আমার তারের বাধার তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হইল। এই তালিকা হইতে তারের ওজনও পাওয়া যায় এবং কি পরিমাণ প্রবাহ নিষিদ্ধ দেওয়া যায় (Safe Current) ও কি প্রবাহ দ্বারা গলিয়া বাইবার সম্ভাবনা (Fusing Current) সে সমস্তই এই তালিকা হইতে পাওয়া যায়। প্রবাহ গমন কালে প্রবাহ দ্বারা তাপোৎপত্তি হেতু সকল তারই গরম হইয়া উঠে। এই তাপের পরিমাণ প্রবাহ বেগের উপর নির্ভর করে। সুতরাং যদি প্রবাহ বেগ অধিক হয় তাহা হইলে অধিক উত্তাপ উৎপন্ন হইবে ও তার স্রু হইলে তারের পদার্থ পরিমাণ কম সুতরাং উহার তপ্ততা বৃদ্ধি অধিক হইবে এবং যেহেতু তারটি স্রু উত্তাপ 'প্রসারণ' (Radiation) দ্বারা নির্গত হইবার স্থান অল্প পাইবে, সুতরাং তারটি গরম হইয়া গলিয়া বাইবার সম্ভাবনা। কিন্তু যদি তারটি মোটা হয় তাহা হইলে উহার পদার্থের পরিমাণ অধিক, সুতরাং উহার তপ্ততা বৃদ্ধি কম হইবে আবার প্রসারণের স্থানও অধিক পাইবে, সুতরাং উত্তাপ দ্রুত নির্গত হইয়া যাইবে, সুতরাং তারটি জালিয়া বাইবার সম্ভাবনা থাকে না। এই জন্তই কিরূপ তার দিয়া কতটা প্রবাহ নিষিদ্ধ যাইতে পারে ও কতটা প্রবাহ দ্বারা তার গলিয়া বাইবার সম্ভাবনা সেগুলি জানা প্রয়োজন বলিয়া উহাদিগকে তালিকাভুক্ত করা হইয়াছে।

## আমেরিকান B &amp; S গেজ (তামার তারের) বাধা ইত্যাদি

গেজ	ওজন ১০০ ফুটের	ওমে বাধা ১০০০ ফুটের	নির্দিষ্ট প্রবাহ	নির্দিষ্ট প্রবাহ
আমেরিকান (B & S)		১০ ও	রবার আবৃত	অক্স অগরি- চালক আবৃত
০০০০	৬৪০'৫	১'০৪৯	২০০	৩০০
০০০	৫০৭'৯	১'০৬১৮	১৭৫	২৭৫
০০	৪০২'৮	১'০৭৭৯৩	১৪০	২২৫
০	৩১৯'৫	১'০৯৮২৭	১২৫	২০০
১	২৪৩'৩	১'১২৩৯	১০৫	১৫০
২	২০০'৯	১'১৫৬৩	৯০	১২৫
৩	১৫৯'৩	১'১৯৭	৭৮	১০০
৪	১২৬'৪	১'২৪৮৫	৬৮	৯২
৫	১০০'৩	১'৩১৩৩	৫৫	৮০
৬	৭৯'৪৬	১'৩৯৫১	৪৮	৭২
৮	৫০	১'৬২৮২	৩৫	৪৮
১০	৩১'৪৩	১'৯৯৮৯	২৪	৩০
১২	১৯'৮	১'৫৮৮	১৮	২৪
১৪	১২'৪৩	১'৫২২৫	১৪	২০
১৬	৭'৮২	১'০১৬	৬	১০
১৮	৪'৯২	৬'৩৮৫	৩	৫

এলুমিনিয়াম তার তামার ৮৪% অংশ বহনক্ষম। গলনের প্রবাহ (Fusing Current), যে প্রবাহ দ্বারা তার গরম হইয়া গলিয়া যাইতে পারে তাহা  $C = A \cdot d^2$  এই সম্বন্ধ হইতে পাওয়া যায়, এই সম্বন্ধ  $C =$  গলনের প্রবাহ,  $d =$  ইঞ্চিতে তারের ব্যাস,  $A =$  অপরিবর্তনীয় সংখ্যা যাহা তারের পদার্থের উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন ধাতুর  $A$  প্রদত্ত হইল—  
 তামা = ১০২৪৪, এলুমিনিয়াম = ৭৫৮৫, প্লাটিনাম = ৫১৭২, জার্মান সিলভার = ৫২৩০, প্লাটিনয়েড = ৪৭৫০, লৌহ = ৩১৪৮, সীসা = ৩১৭৯, মিশ্রধাতু (সীসা ২ ভাগ, টিন ১ ভাগ) = ১৩১৮।

এই অবধি যাহা কিছু বলা হইয়াছে তাহাতে কেবলমাত্র তামার তারের বাধা পাওয়া যায়, এই তামার তারই সচরাচর ব্যবহৃত হয়। কিন্তু যদি তারটি তামার না হইয়া অল্প ধাতুর হয় তাহা হইলে  $R = S \times \frac{l}{a}$  এই সম্বন্ধ হইতে হিসাব করিয়া উহার বাধা বাহির করিতে হয়।

ইহা অতি পরিশ্রম সাপেক্ষ বলিয়া নিম্নে একটি গুণক তালিকা প্রদত্ত হইল। এই তালিকাতে গেজের সহিত গুণক দেওয়া আছে। এই গুণক দ্বারা কোনও ধাতুর মাইক্রোমে বস্তুগত বাধাকে গুণ করিলে ঐ ধাতুর ঐ গেজের তারের বাধা ওমে পাওয়া যাইবে। যথা :—১ মিটার ২৩ গেজ তামার তারের বাধা (তামার বস্তুগত বাধা = ১.৭২৪ মাইক্রোম) =  $০.৩৮৭ \times ১.৭২৪ = ০.৬৬৮$  ওম।

### গুণক তালিকা (Table of Multiplying Factor)

গেজ আমেরিকান B & S	১ মিটারের গুণক	গেজ আমেরিকান B & S.	১ মিটারের গুণক
০০০০	০.০০০২৩৩	২১	০.২৪৪
০০	০.০০১৪৮	২৩	০.৩৮৭
১	০.০০২৩৬	২৫	০.৬১৬
৩	০.০০৩৭৫	২৭	০.৯৭২
৫	০.০০৫২৬	২৯	১.০৫৭
৭	০.০০৬৪৮	৩১	১.২৪৭৬
৯	০.০০৮১	৩৩	১.৩৯৩৭
১১	০.০১০২৪	৩৫	১.৬২৬২
১৩	০.০১৩৮১	৩৭	১.৯৯৫
১৫	০.০১৮০৬	৩৯	১.৫৮৩
১৭	০.০২২৬৩	৪০	১.৯৯৬
১৯	০.০২৮৩		

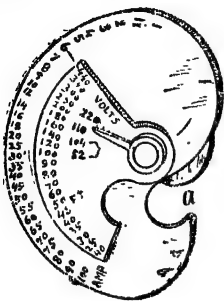
প্রদত্ত গেজগুলি ছাড়া অন্য গেজের তারের বাধা বাহির করিতে হইলে যে গেজের বাধা বাহির করিতে হইবে সেই গেজ অপেক্ষা ৩ গেজ কম তারের বাধাকে দ্বিগুণ করিলেই হইবে। যথা :— $১৮$  গেজের বাধা =  $২ \times (১৮ - ৩) = ২ \times (১৫$  গেজের বাধা )।

এতক্ষণে আমরা যে কোন তারের বাধা হিসাব করিতে ও তারটি যদি তামার হয় তাহা হইলে উহা গেজ অনুযায়ী নির্দিষ্ট কত প্রবাহ (আম্প) বহন করিতে পারে সে বিষয়েরও কিছু ধারণা করিতে সক্ষম হইয়াছি। কিন্তু এগুলি কিছু বিজ্ঞাবুদ্ধি ও মস্তিষ্কের কার্য্য দরকার করে, সুতরাং শিক্ষিত ব্যক্তি ব্যতীত অপরের দ্বারা কিরূপ কার্য্যে কিরূপ গেজের তার প্রয়োজন তাহা নির্দ্ধারিত হইতে পারে না। এবং যদিও শিক্ষিত ব্যক্তি এই নির্দ্ধারণ কার্য্যে সক্ষম বটে, ইহা হিসাবের কার্য্য বলিয়া কিছু সময় সাপেক্ষ। সময় বাঁচাইবার জন্য এবং যাহাতে যে কোন ব্যক্তির দ্বারাও এ কার্য্য চলিতে পারে, সেইজন্য, তার হিসাবের একটি যন্ত্র নির্দ্ধিত হইয়াছে, ইহাকে অয়্যারম্যান্‌স্ ক্যালকুলেটিং গেজ ( Wireman's Calculating Gauge ) বলে।

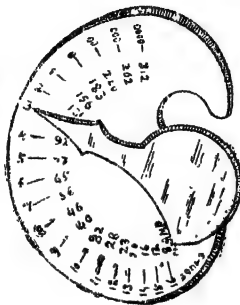
এই যন্ত্রটির সাহায্যে কত ফুট তারের মধ্য দিয়া কত আমপেরার প্রবাহ পাঠাইতে হইবে এবং তাহার চাপ বা ভোল্টেজ (Voltage) কত এবং ঐ ভোল্টেজের কত অবনতি বা হ্রাস ( drop or loss ) হইতে দেওয়া বাইতে পারে এগুলি জানা থাকিলে তৎক্ষণাত্ কত গেজের (B & S) তার ব্যবহার করিতে হইবে, তারটি ঠিক প্রয়োজন মত গেজের কিনা এবং উহা নির্দিষ্ট কত আমপেরার প্রবাহ বহিতে পারে সেগুলি নির্দ্ধারিত হইয়া যায়। যন্ত্রটি ১৩৮ ও ১৩৯ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

১৩৮ চিত্র যন্ত্রটির সম্মুখ ও ১৩৯ চিত্র উহার পশ্চাত্তাগ। যন্ত্রটির সম্মুখ ভাগে দেখা যাইবে যে দুইটি বৃত্ত আছে, তন্মধ্যে বড় বৃত্তটিতে আমপেরার ( Amp ) ও ছোট বৃত্তে ফুট, ভোল্টেজ ও অধিকতম ভোল্টেজ হ্রাস লেখা আছে। এই ছোট বৃত্তটিকে

ঘূরাইয়া বত ফুট তার ব্যবহার করা হইতেছে, ফুটের সেই সংখ্যাটি ঐ তারকে বত



চিত্র—১০৮।



চিত্র—১০৯।

আমপেয়ার প্রবাহ বহিতে হইবে আমপেয়ারের সেই সংখ্যার সহিত সমান করিয়া ধরিতে হইবে। যথা, চিত্রে দেখান হইয়াছে ৪৫ ফুট তারকে ৬৫ আমপেয়ার প্রবাহ বহিতে হইবে। পরে

কাঁটা (Pointer) ঘূরাইয়া বত ভোল্টেজ ব্যবহার হইতেছে ও ভোল্টেজের শতকরা হিসাবে অধিকতম যে পরিমাণ হ্রাস হইতে দেওয়া যাইতে পারে সেই সংখ্যার সহিত ধরিতে হইবে। যথা, চিত্রে ১১০ ভোল্ট ও  $1\frac{1}{2}$  হ্রাস দেখান হইয়াছে। তাহা হইলে পশ্চাত্তাগে (১৩৯ চিত্রে) কাঁটার দ্বারা দর্শিত হইবে কি গেজের তার ও তাহাতে নির্বিঘ্নে সর্বাপেক্ষা অধিক কত আমপেয়ার প্রবাহ দেওয়া যাইতে পারে। যথা, চিত্রে দর্শিত হইয়াছে ৩ গেজের তার ও ১১০ আমপেয়ার প্রবাহ। আবার তারটি ঠিক ৩ গেজের কিনা তাহা a চিহ্নিত স্থানে উহা ঠিক ফিট করে কিনা তাহা দেখিয়া স্থির করা হয়। এই a চিহ্নিত ফাঁকটি একপ ভাবের হইতে থাকে যে, যে গেজটি দর্শিত হইবে, এই ফাঁকটিও সেই গেজ হয়।

## অষ্টম পরিচয় ।

বিদ্যুচ্চালক বল বা ই, এম, এফ, (E. M. F.) :—

পূর্বেই বলা হইয়াছে রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা ঘটিত পোলডটির মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য সংযোজক পথের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে গতিদান করে, সেই হেতু ইহাকে (পোটেনস্যাল পার্থক্যকে) বিদ্যুতের চালকবল, ইনোট্রোমেটিভ ফোর্স বা ই, এম, এফ, (E.M.F.) বলে। বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ ট, এম, এফ, অনুযায়ী হয়। গণের বাধার উপরও প্রবাহের বেগ নির্ভর করে বটে কিন্তু বিকল্পভাবে।

পি, ডি, ও ই, এম, এফ, (P. D. & E. M. F.) :—

বিদ্যুৎ প্রবাহকালে পথের যে কোন দুই বিন্দুর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্যকে পোটেনস্যাল ডিকারেন্স বা পি, ডি, (Potential difference or P. D.) বলে। অসংযুক্ত অবস্থায় পোলদ্বয়ের মধ্যে যে পোটেনস্যাল পার্থক্য তাহাকে ই, এম, এফ, বলে ও বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে সংযুক্ত অবস্থায় পোল দা টার্মিনাল দ্বয়ের মধ্যে যে পোটেনস্যাল পার্থক্য তাহাকে পোলদ্বয়ের বা টার্মিনালদ্বয়ের পি, ডি, বলে। অতএব দেখা যাইতেছে যে অবস্থা-বিশেষের পি, ডি, কে ই, এম, এফ, বলে। পোলদ্বয়ের অসংযুক্ত অবস্থায় পোটেনস্যাল পার্থক্য বা ই, এম, এফ, ও তাহাদেয় সংযুক্ত অবস্থায় পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি,র মধ্য কিছু প্রভেদ আছে। ই, এম, এফ, পোলদ্বয়ের পি, ডি, অপেক্ষা অধিক। তাহার কারণ এই যে অসংযুক্ত অবস্থায় যে পি, ডি, অর্থাৎ ই, এম, এফ, তাহা পোলদ্বয়কে সংযুক্ত করিলে প্রবাহকালে দুইটি বাধার গতিত হয়—এক বাহ্যিক পথ অর্থাৎ বহিরাগত পোলদ্বয়কে সংযুক্ত করা হয়, সুতরাং যাহার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ পজিটিভ হইতে নেগেটিভ পোলে প্রবাহিত হয়, দ্বিতীয় আভ্যন্তরিক পথ, অর্থাৎ



সেলের মধ্যস্থ তরল পদার্থ বাহার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ নেগেটিভ হইতে পজিটিভে আসে। বিদ্যুচ্চালক বল বা ই, এম, এফ, এই সমস্ত পথের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে চালায় সুতরাং ইহার কিছু অংশ বিদ্যুৎকে আভ্যন্তরিক পথের মধ্য দিয়া চালায় ও বাকী অংশ বাহ্যিক পথের মধ্য দিয়া চালায়। সংযোগের পর এই বাহ্যিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিয়া বিদ্যুৎকে চালাইতে ই, এম, এফ, এর যে অংশ লাগে তাহাই পোলদ্বয়ের পি, ডি, এবং ইহা সর্বদাই ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম হইবে যদি না আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে কিছুমাত্র পি, ডি, প্রয়োজন না হয়, অর্থাৎ আভ্যন্তরিক পথের বাধা কিছু না থাকে, যাহা কার্যতঃ অসম্ভব। এবং এই আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করাইয়া বিদ্যুৎ চালাইতে ই, এম, এফ, এর যে অংশ লাগে তাকে আভ্যন্তরিক পথে পতিত পি, ডি, ( Potential drop in internal resistance ) বলে। অতএব যদি ই, এম, এফ, হয়  $E$ , পোলদ্বয়ের পি, ডি,  $V$  ও আভ্যন্তরিক পতিত পি, ডি,  $v$ , তাহা হইলে  $E = V + v$ ।

পোটেনশিয়াল পার্থক্য মাপের একক ভোল্ট ( Volt ) এবং ড্যানিয়েল সেলের ই, এম, এফ, প্রায় ১ ভোল্ট, সুতরাং ইহার সহিত তুলনায় অত্যন্ত সেলের ই, এম, এফ, মোটামুটি পাওয়া যাইতে পারে। ঠিকমত ভাবে ই, এম, এফ, মাপিতে হইলে ক্লার্কস্‌ ষ্ট্যান্ডার্ড সেল বা ওয়েষ্টন ষ্ট্যান্ডার্ড সেলের ই, এম, এফ, এর সহিত তুলনা করিয়া মাপিতে হয়। ইলেকট্রোমিটার সাহায্যে ই, এম, এফ, ও ভোল্টমিটার ( Voltmeter ) সাহায্যে ভোল্টেজ বা পি, ডি, মাপা হয়।

**প্রবাহ (Current) :**—প্রবাহ মাপিবার একক আম্পের ( Amperes )। পৃথক পোটেনশিয়াল বিশিষ্ট দুই বিন্দুকে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করিলে বিদ্যুৎ প্রবাহ হয়। এই প্রবাহের বেগ পি, ডি, অল্পায়া হয়, অর্থাৎ পি, ডি, যত অধিক হইবে প্রবাহের বেগ তত অধিক হইবে। ইহা

সংযোজক পরিচালকের বাধার উপর বিরূপ ভাবে নির্ভর করে অর্থাৎ বাধা যত অধিক হইবে প্রবাহের বেগ তত কম হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে

$$C \propto E \quad \text{এবং} \quad C \propto \frac{1}{R}$$

$$\text{সুতরাং } C \propto \frac{E}{R} \text{ বা } C = K \times \frac{E}{R}, \quad (K = \text{Constant})$$

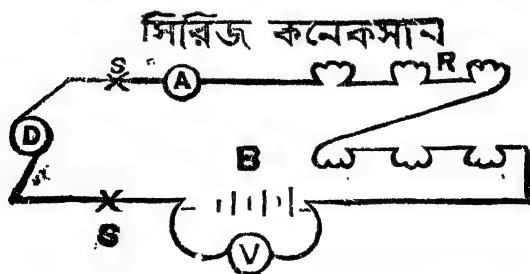
যদি ১ পি, ডি, বা ভোল্ট বিশিষ্ট দুই বিন্দুকে একক বাধা বা ১ ওম দ্বারা সংযুক্ত করিলে যে প্রবাহ হয় তাহাকে একক পরিমিত প্রবাহ বা আমপেয়ার ধরা যায় তাহা হইলে  $K=1$  ও  $C = \frac{E}{R}$ ।

ইহাকে ওমস-ল (Ohm's Law) বলে। অতএব ওমস-ল অনুসারে

$$\text{আমপেয়ার} = \frac{\text{ভোল্ট}}{\text{ওম}} \quad \text{বা} \quad \text{আ} = \frac{\text{ভো}}{\text{রে}} \quad \left( C = \frac{E}{R} \text{ বা } A = \frac{V}{W} \right)$$

**বাধার সংযোজন (Connection of Resistances)**

বাধা তিন প্রকারে সংযোগ করা যায়। (১) সারি,ক্রমিক বা সিরিজ (Series), (২) শাখা, সমান্তরাল, পারালেল (Parallel) বা শাণ্ট (Shunt), (৩) মিশ্র, কম্পাউণ্ড (Compound) বা মিক্সড (Mixed)।

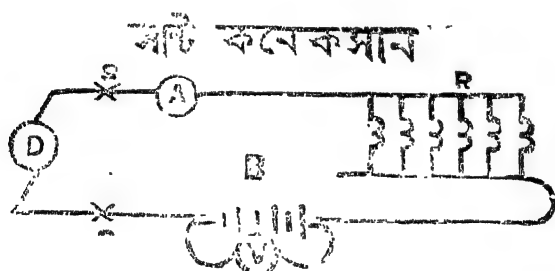


চিত্র—১৪০

**ক্রমিক (Series) সংযোজন:**—কতকগুলি বাধাকে

মালা গাঁথার মত একটির পর একটি করিয়া যোগ করাকে সিরিজ সংযোজন বলে। সিরিজ সংযোজনে যে প্রবাহ হয় তাহাকে প্রত্যেক বাধার মধ্য দিয়া যাইতে হয় ও পথটির মোট বাধা বিভিন্ন বাধাগুলির সমষ্টি। অতএব যদি  $S, R$ , প্রভৃতি কতকগুলি বাধার পরিমাণ হয় তাহা হইলে তাহা-দিগকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে মোট বাধা হইবে  $S + R + \&c., ১৪০$  চিত্র।

**সমান্তরাল (Parallel) সংযোজন :**—কতকগুলি বাধা শাখায় ত্রায় সকলেই একস্থান হইতে নির্গত হইয়া অপর একস্থানে সম্মিলিত হইলে তাহাকে প্যারালল সংযোগ বলে। এরূপ সংযোগে যতগুলি শাখাপথ হয় প্রবাহ ততগুলি অংশে বিভক্ত হইয়া এক একটি অংশ এক একটি শাখার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। ফলতঃ এরূপ সংযোগে পথের বিস্তৃতি বাড়িয়া যায়, কারণ বিদ্যুৎ একই সময়ে সকলগুলির মধ্য দিয়া আংশিক ভাবে প্রবাহিত হয়। এখন যদি  $A$  ও  $B$  এর মধ্যে



চিত্র—১৪১

(চিত্র ১৪১) পি, ডি, হয়  $E$ , মোট প্রবাহ  $C$ , শাখাগুলির মধ্য দিয়া আংশিক প্রবাহগুলি  $C_1, C_2, C_3$  ইত্যাদি ও শাখাগুলির বাধা যথাক্রমে  $r_1, r_2, r_3$ , ইত্যাদি এবং যদি ঐ বাধা সকলের ‘সমবদলি’ (equivalent) একটি বাধা অর্থাৎ বাহা উহাদের সকলের পরিবর্তে একলাই ঐ প্রবাহ ( $C$ ) উৎপন্ন করিবে তাহার পরিমাণ হয়  $R$ , তাহা হইলে ;—

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$\text{এবং } C = \frac{E}{R}, C_1 = \frac{E}{r_1}, C_2 = \frac{E}{r_2}, C_3 = \frac{E}{r_3},$$

$$\therefore \frac{E}{R} = \frac{E}{r_1} + \frac{E}{r_2} + \frac{E}{r_3} + \dots$$

$$\text{বা } \frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

সমবদলি বাধার বিরূপ বিভিন্ন বাধাগুলির বিরূপের (inverse) সমষ্টি  
দ্বিশাখাবিশিষ্ট পথে ( in a two way circuit ) :—

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}$$

$$\therefore R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

$$\text{এবং } E = C_1 r_1 = C_2 r_2$$

$$\therefore \frac{C_1}{C_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

অর্থাৎ শাখা দুইটিতে প্রবাহ তাহাদের বাধার বিরূপ ভাবের হয়, যথা—

$r_1 = ২$  ওম,  $r_2 = ৩$  ওম হইলে তাহাদের সমবদলি একটি বাধা

$$R = \frac{২ \times ৩}{২ + ৩} \text{ ওম} = \frac{৬}{৫} \text{ ওম এবং } \frac{২ \text{ ওমে প্রবাহ}}{৩ \text{ ওমে প্রবাহ}} = \frac{৩}{২}$$

সাঁট ( Shunt ) :—গ্যালভানোমিটার প্রভৃতি কতকগুলি সূক্ষ্ম



যন্ত্রের মধ্য দিয়া সমস্ত প্রবাহ বহিলে উহাদের ক্ষতি  
হইবার সম্ভাবনা, যথা গ্যালভানোমিটারের চুম্বক-সূচ  
এত ঘুরিয়া যাইবে যে উহা কার্য্যকরী হইবে না।  
সেইজন্য অনেক সময়ে তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহের

চিত্র—১৪২ অংশ পাঠান প্রয়োজন হয়। ইহা ঐ গ্যালভানো-

মিটারের টার্মিনালদ্বয়কে একটি তারদ্বারা সংযোগ করিলেই সাধিত হইবে

(চিত্র—১৪২)। এই তারকে শাণ্ট (Shunt) বলে। চিত্র হইতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে গ্যালভানোমিটার ও শাণ্ট প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত। সুতরাং যদি সমস্ত প্রবাহ হয় C, গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশ  $C_g$  ও শাণ্টের মধ্য দিয়া প্রবাহের অংশ  $C_s$  এবং গ্যালভানোমিটারের বাধা G ও শাণ্টের বাধা S, তাহা হইলে ;

$$C = C_g + C_s$$

$$\frac{C_g}{C_s} = \frac{S}{G}$$

$$\therefore \frac{C_g}{C_g + C_s} = \frac{S}{G + S}$$

$$\text{অর্থাৎ } C_g = \frac{S}{G + S} (C_g + C_s) = \frac{S}{G + S} C \quad (১)$$

$$\text{এবং } C = \frac{G + S}{S} C_g \dots\dots\dots (২)$$

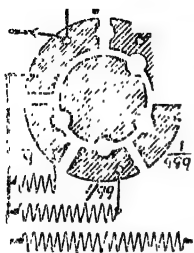
অতএব (১) হইতে দেখা যায় যে সমস্ত প্রবাহকে  $\frac{S}{G + S}$  এই ভগ্নাংশ দ্বারা গুণ করিলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশ, পাওয়া যায় এবং (২) হইতে দেখা যায় যে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশকে  $\frac{G + S}{S}$  দ্বারা গুণ করিলে মোট প্রবাহ পাওয়া যায়। এই  $\frac{G + S}{S}$  শাণ্টের পূরণ-ক্ষমতা (Multiplying power) বলে এবং ইহা সচরাচর M দ্বারা সূচিত হয়।

$$\text{সুতরাং } C_g = \frac{C}{M}, \text{ বা } C = M C_g$$

$$\frac{G + S}{S} = M \quad (৩) \text{ ও } S = \frac{G}{M - 1} \quad (৪)$$

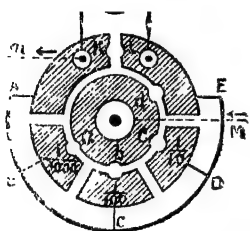
অতএব এখন যদি মোট প্রবাহের  $\frac{১}{১০}$  অংশ যন্ত্রের মধ্য দিয়া পাঠাইবার প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে শাণ্টের পূরণক্ষমতা ১০ হওয়া প্রয়োজন সুতরাং (৪) হইতে  $S = \frac{১}{৯} G$ , অর্থাৎ শাণ্টের বাধা যন্ত্রের বাধার ৯ ভাগের ১ ভাগ হওয়া চাই। ঠিক সেইরূপ যন্ত্রের মধ্য দিয়া  $\frac{১}{১০০}$  বা  $\frac{১}{১০০০}$  ভাগ প্রবাহ বহিবে, যদি ইহার শাণ্টের বাধা যথাক্রমে ইহার বাধার  $\frac{৯৯}{১০০}$  বা  $\frac{৯৯৯}{১০০০}$  অংশ হয়। এই প্রণালীতে

একটি সার্ট বাক্স ১৪৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা হইতে দেখা যাইবে যে গর্তগুলির মধ্যে যে কোনটিতে প্লাগ (Plug) বা চাবি বসাইয়া দিয়া কয়েল তিনটির মধ্যে যে কোন একটিকে ইচ্ছানুযায়ী যন্ত্রের সহিত সার্টভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। বগা বাহুল্য যে এই প্রকার সার্ট বাক্স যে যন্ত্রের জন্য ইহা প্রস্তুত সেই নির্দিষ্ট যন্ত্রের সহিত ব্যবহায্য, কারণ সেই যন্ত্রের বাধার হিসাবে এই সার্ট কয়েলগুলির বাধা ধায়া করা হইয়াছে।



ইউনিভার্সাল সার্ট বাক্স (Universal Shunt

Box) :—এই সার্ট বাক্সে সার্ট কয়েল গুলি এরূপ বে সজ্জিত যে ইহাকে যে কোন গ্যালভানোমিটারের সহিত ব্যবহার করা যাইতে বে (চিত্র ১৪৪)। বামদিক হইতে প্রথম কয়েলের বাধা ১০ ওম, দ্বিতীয়টির বাধা ২০ ওম তৃতীয়টির বাধা ২০০ ওম চতুর্থটির ২০০০ ওম; স্তরান্ত সকলের একত্রে ১০০০০ ওম।



চিত্র ১৪৪

সার্ট বাক্সের A ও E গ্যালভানোমিটারের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত সংযোগ করিতে হয় ও প্রবাহ বহনকারী তারদ্বয়কে M ও m এর সহিত সংযোগ করিতে হয়। কেন্দ্র হইতে M সংলগ্ন একটি ঘূর্ণনশীল বাহ থাকে। ইহাকে ঘুরাইয়া E, D, C, B, A, প্রভৃতি চিহ্নিত ধাতুখণ্ডগুলিতে দেওয়া যায়। যদি

ইহা E চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে থাকে তাহা হইলে সমস্ত কয়েলটি সার্টভাবে ব্যবহৃত হইল, অতএব  $S = ১০০০০$  ওম, এবং গ্যালভানোমিটারের বাধা G হইলে,  $C_g = \frac{১০০০০}{G + ১০০০০}$ ।

যদি বাহটিকে D চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে দেওয়া যায় তাহা হইলে ২০০০ ওম কয়েলটি G এর সহিত যোগ হইয়া গেল, স্তরান্ত যন্ত্রের বাধা হইল  $G + ২০০০$ , আর সার্টকয়েলে রহিল ১০০০ ওম। স্তরান্ত এখন

$$= \frac{১০০০}{(G + ২০০০) + ১০০০} C = \frac{১০০০}{G + ১০০০০} \quad U = \text{প্রথম প্রবাহের } \frac{১}{১০} \text{ অংশ।}$$

টিক সেইরূপ C চিহ্নিত ধাতুখণ্ডের সহিত বাহ্যটিকে লাগাইলে যন্ত্রের সহিত কয়েলের ১১০০ ওম যোগ হইয়া গেল ও সার্ট করিলে রহিল ১০০ ওম সুতরাং

$$CG = \frac{100}{(G + 1100) + 1} \cdot C = \frac{100}{G + 1100} \cdot C \text{ অর্থাৎ প্রথম প্রবাহের } \frac{1}{1100} \text{ অংশ।}$$

টিক সেইরূপ বাহ্যকে B চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে দিলে যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রথম প্রবাহের  $\frac{1}{1000}$  অংশ প্রবাহিত হইবে।

দ্রষ্টব্য :—সার্ট ব্যবহার করিলে পথের বাধা কমিয়া যায় সুতরাং নূতন বাধা সিরিজ যোগ করিয়া পথের বাধাকে বাড়াইতে হয়। যথা কেবল মাত্র যন্ত্রটি ব্যবহার করিলে বাধা হইল G। কিন্তু সার্ট ব্যবহার করিলে মোট বাধা হইল  $\frac{GS}{G+S}$ ।

$$\text{সুতরাং বাধা হ্রাসের পরিমাণ} = G - \frac{GS}{G+S} = G - \frac{G}{\frac{G+S}{S}} = G - \frac{G}{M} \quad (৫)$$

সুতরাং সার্ট যুক্ত যন্ত্রের সহিত  $G - \frac{G}{M}$  এই পরিমাণ বাধা নিরিজে যোগ করিলে তবে পথের বাধা সমান থাকিবে। “সমান মোট প্রবাহ” ( Constant total current ) সার্টে সার্ট কয়েলের যোগের সহিত সঙ্গে সঙ্গে উপযোগী বাধা যোগ হইয়া যায়।

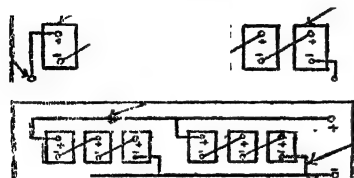
মিশ্র সংযোগ ( Compound circuit ) :—প্রয়োজন অনুসারে একই পথে সিরিজ ও প্যারালাল সংযোগ উভয়েই একসঙ্গে ব্যবহার হইলে তাহাকে মিশ্র সংযোগ বলে।

ব্যাটারি ( Batter, ) :—কতকগুলি সেলকে একসঙ্গে সংযুক্ত করিলে ব্যাটারি হইল। সেল তিন প্রকারে সাজান বা সংযুক্ত হয়—

১। সিরিজ, ২। প্যারালাল, ৩। মিশ্র।

১। সিরিজ—ইহাতে একটি সেলের নেগেটিভ পোল দ্বিতীয়টির পজিটিভ পোলের সহিত, দ্বিতীয়টির নেগেটিভ তৃতীয়টির পজিটিভের সহিত, এইরূপ ভাবে পর পর যোগ করিয়া যাওয়া হয়। কেবলমাত্র প্রথমটির পজিটিভ পোল ও শেষটির নেগেটিভ পোল খালি থাকে। ইহারাই ব্যাটারির পজিটিভ ও নেগেটিভ পোলদ্বয়। ( চিত্র—১৪৫ )।

যদি প্রতি সেলের ই, এম, এফ, হয়  $E$  ও আভ্যন্তরিক বাধা  $r$  ও সেলের সংখ্যা  $n$ , তাহা হইলে প্রথম সেলটির পজিটিভ পোল হইতে শেষ



সেলের নেগেটিভ পোল অর্থাৎ ব্যাটারির পোলদ্বয়ের মধ্যে সি, ডি, হইবে  $n E$  এবং পোলগুলির আভ্যন্তরিক বাধা সকল সিরিজে সংযুক্ত বলিয়া মোট আভ্যন্তরিক বাধা হইবে  $n r$ । এখন যদি বাহ্যিক বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে প্রবাহ ( $n$  সেল হেতু)

চিত্র—১৪৫, ১৪৬, ১৪৭।

$$C_n = \frac{nE}{R + nr}, \text{ এবং একটি সেল লইলে } C_1 = \frac{E}{R + r}। \text{ যদি } R \text{ এর সহিত}$$

তুলনায়  $R$  এত ক্ষুদ্র হয় যে  $r$  কে অগ্রাহ্য করা চলে, তাহা হইলে একটি

$$\text{সেলে } C_1 = \frac{E}{R} \text{ ও } n \text{ সেল হইতে } C_n = \frac{nE}{R} = nC_1। \text{ অর্থাৎ যতগুলি সেল}$$

লাওয়া যাইবে তত গুণ প্রবাহ মিলিবে। কিন্তু যদি  $r$  এর সহিত তুলনায়

$$R \text{ এত ক্ষুদ্র হয় যে তাহাকে অগ্রাহ্য করা চলে তাহা হইলে } C_n = \frac{nE}{nr}$$

$$= \frac{E}{r} = C_1। \text{ অর্থাৎ একটি সেল লইলে যে প্রবাহ মিলিবে, } n \text{ সেল}$$

লইলেও সেই প্রবাহই মিলিবে। সুতরাং এস্থলে পূর্বের মত সুবিধা পাওয়া গেল না। এরূপ স্থলে প্যারালাল সংযোগে সুবিধা হয়।

**প্যারালাল:**—ইহাতে সবসেলের পজিটিভ পোলগুলি একসঙ্গে যোগ করা হয় ও নেগেটিভ পোলগুলি একসঙ্গে যোগ করা হয়, এইরূপে ব্যাটারির একটি পজিটিভ পোল ও একটি নেগেটিভ পোল প্রস্তুত হয়। ১৪৭ চিত্রে পজিটিভ ও নেগেটিভ পোল তীর দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।



ইহাতে যদি একটি সেলের ই, এম, এফ, হয়  $E$  তাহা হইলে সমষ্টির অর্থাৎ ব্যাটারির পোলদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি,  $E$  এবং প্রত্যেকটির আভ্যন্তরিক বাধা  $r$  হইলে এইরূপে সংযুক্ত  $n$  সেলের মোট আভ্যন্তরিক বাধা হইবে  $\frac{r}{n}$  (কারণ  $\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots = n \times \frac{1}{r} \therefore R = \frac{r}{n}$ )। অতএব

বাহ্যিক বাধা  $R$  হইলে প্রবাহ  $C_n = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{n E}{n R + r}$  ও একটি সেল

হইতে  $C_1 = \frac{E}{R + r}$ । অতএব  $r$  এর সহিত তুলনায়  $R$  যদি এত

ছোট হয় যে উহাকে অগ্রাহ্য করা চলে, তাহা হইলে  $n$  সেল লইলে

$C_n = \frac{n E}{r} = n \times \frac{E}{r} = n C_1$  বা একটি সেল লইলে যে প্রবাহ হয়

তাহার  $n$  গুণ। কিন্তু  $R$  এর সহিত তুলনায়  $r$  অগ্রাহ্য ভাবের ছোট

হইলে  $C_n = \frac{n E}{n r} = \frac{E}{r} = C_1$ , অর্থাৎ কিছুই সুবিধাজনক নহে।

**মিশ্র সংযোগ বা মিক্সড গ্রুপিং (Mixed Grouping):**—ইহাতে কতকগুলি সেলকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় ও এই সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি ব্যাটারিকে প্যারাললে সংযুক্ত করা হয়, চিত্র ১৪৬।

যদি সেলের মোট সংখ্যা হয়  $m \times n$  ও তাহাদের মধ্যে প্রত্যেক সিরিজে সংযুক্ত ব্যাটারিতে  $m$  সেল থাকে ও এইরূপের  $n$  ব্যাটারিকে প্যারাললে সংযোগ করিয়া একটি বড় ব্যাটারি হয়, তাহা হইলে প্রত্যেক সিরিজে সংযুক্ত  $m$  সেলের ব্যাটারির পোলদ্বয়ের পি, ডি,  $m E$  ও আভ্যন্তরিক বাধা  $m r$  এবং  $n$  ব্যাটারি প্যারাললে সংযুক্ত হইয়া যে বড় ব্যাটারি তাহার পোলদ্বয়ের পি, ডি,  $n m E$  এবং আভ্যন্তরিক বাধা

$\frac{m r}{n}$  । এখন যদি বাহ্যিক বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে  $m n$  সেলের

প্রবাহ 
$$C_{mn} = \frac{m E}{R + \frac{mr}{n}} = \frac{m n E}{nR + mr} \text{ ।}$$

**সুচারু সংযোগ (Best Grouping) :**—এখন দেখা যাউক কি ভাবে সাজাইলে  $C_{mn}$  এর পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয় ।

$$C_{mn} = \frac{m n E}{nR + mr},$$

$m n$  = প্রদত্ত সেলের সংখ্যা, সুতরাং অপরিবর্তনীয়,  $R$  বাহ্যিক বাধা,  $r$  প্রত্যেক সেলের আভ্যন্তরিক বাধা, সুতরাং  $R r$  বা  $m n R r$  অপরিবর্তনীয় এবং  $E$  প্রদত্ত সেলের ই, এম, এফ, সুতরাং অপরিবর্তনীয়, সুতরাং  $m n E$  অপরিবর্তনীয় । সুতরাং  $C_{mn}$  গরিষ্ঠ হইবে—

যদি  $n R + m r$  লঘিষ্ঠ হয় ।

বা  $(n R + m r)^2$  লঘিষ্ঠ হয় ।

বা  $(n R + m r)^2 - 4 m n R r$  ” ”

বা  $(n R - m r)^2$  ” ”

( কিন্তু বর্গ সংখ্যার লঘিষ্ঠ পরিমাণ শূন্য )

সুতরাং যদি  $nR - mr = 0$

বা  $nR = mr$

অর্থাৎ  $\frac{R}{r} = \frac{m}{n} \text{ ।}$

## নবম পরিচয় ।

প্রবাহের ফল—(১) তাপ ।

প্রবাহ দ্বারা নিম্নলিখিত ফলগুলি পাওয়া যায় ও তাহাদের কার্যে লাগান হয়—(১) উত্তাপন ( Heating ), (২) রাসায়নিক (Chemical), (৩) চুম্বক ( Magnetic ) ফল যাহা হেতু প্রবাহের একটি চুম্বকের উপর বা অন্য একটি প্রবাহের উপর ফল থাকে ।

(১) উত্তাপন (Heating):—একটি তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ যাইতে থাকিলে দেখা যায় যে তারটি গরম হইয়া উঠে এবং পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে এই উৎপন্ন তাপের পরিমাণ (১) বাধার পরিমাণ, (২) প্রবাহের বর্গ ও (৩) প্রবাহের সময় অনুযায়ী হয় । অর্থাৎ  $H \propto C^2 Rt$ ,  $H$  = তাপ পরিমাণ,  $C$  = প্রবাহবেগ,  $R$  = বাধা ও  $t$  = সময় । ইহাকে জুলস-ল ( Joule's Law ) বলে । ইহা এই ভাবে হিসাব করিলে পাওয়া যায় ।

যদি কোন তারের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি, হয়  $E$ , তাহা হইলে তন্মধ্য দিয়া  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুৎ বহিয়া যাইলে যে কার্য সাধিত হইল তাহা  $W$  হইলে

$$W = Q \times E$$

$$\text{কিন্তু } Q = C \times t$$

$$\therefore W = C \times E \times t$$

$$\text{আবার } E = C \times R$$

$$\therefore W = C^2 Rt$$

এখন যদি  $J =$  জুল্‌স্‌ ইকুইভ্যালেন্ট ( অর্থাৎ কার্য পরিমাণ বাহ্যিক একক তাপের সহিত সমান  $= 8 \cdot 2 \times 10^7$  আর্গ ) হয়, তাহা হইলে

$$H = \frac{W}{J} = \frac{C^2 R t}{J}$$

ইহাতে ব্যবহৃত এককগুলি সব সি, জি, এস, ( C. G. S ) এককে আছে, ইহাদিগকে ব্যবহার্য এককে অর্থাৎ আমপেয়ার ও ওমে পরিণত করিতে হইলে যথাক্রমে Cকে  $10^{-9}$  ও Rকে  $10^9$  দিয়া গুণ করিতে হইবে।

$$\text{সুতরাং } H = \frac{C^2 \times 10^{-2} \times R \times 10^9 \times t}{8 \cdot 2 \times 10^7} = \frac{C^2 R t}{8 \cdot 2} = \cdot 8 C^2 R t$$

( C = আমপেয়ার ও R = ওম )

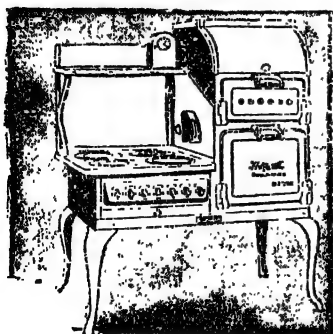
বিদ্যুৎ-প্রবাহের তাপক গুণ নানা কার্যে ব্যবহার হয়, যথা—অস্ত্র-চিকিৎসকেরা সৰু প্লাটিনাম তারকে শুষ্ক তপ্ত করিয়া তদ্বারা অস্ত্র করেন, খনির মধ্যে বারুদে ও টরপেডোতে সচরাচর এই তাড়িতোদ্ভূত তাপ লাগান হয়, সেইজন্য কিয়ৎ পরিমাণ বারুদকে সৰু প্লাটিনাম তার দ্বারা ঘেরা হয় ও ঐ তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে উহা গরম হইয়া বারুদকে জ্বালাইয়া দেয়। এই তাপ দ্বারা ধাতব পদার্থাদি গলান হয়। বৈদ্যুতিক বাতি বা উনানও এই তাপের ফল, বাতির বাত্বের মধ্যে যে সৰু তার থাকে তাহা দিয়া প্রবাহ যাইবার সময় উহা এত গরম হয় যে শুষ্ক তপ্ত হইয়া যায় ও আলোক নির্গত হয়। এই বাতি সম্বন্ধে পরে বর্ণিত হইবে। বৈদ্যুতিক উনান (Heater) বা ইঙ্গির (Iron) মধ্যে কয়েলের আকারে তার পাকান থাকে, প্রবাহ যাইবার সময় এই তার গরম হইয়া লাল হইয়া যায় ও ইহা হইতে উত্তাপ নির্গত হইতে থাকে। এই তাপন গুণ বৈদ্যুতিক পরিমাপ কার্যে কতকগুলি বৈদ্যুতিক যন্ত্রে ব্যবহার হয়। যথা—হট্-অয়ার এমিটার ও ভোল্টমিটার প্রভৃতি। কয়েকটা তাপ উৎপাদনকারী গৃহে ব্যবহার্য বৈদ্যুতিক দ্রব্যের চিত্র প্রদত্ত হইল :—

১৪৮ চিত্রে একটি সাধারণ হ্যাণ্ড-টর্চ লাইটের আকৃতি দেওয়া হইয়াছে।



এই হ্যাণ্ড টর্চ বাতি একটি বা ততোধিক প্রাইমারি সেলের (ড্রাই বা শুক) সংযোগে বিদ্যুৎ প্রস্তুত করিয়া উহার মধ্যস্থিত ইনক্যান্ডিসেন্ট বারটিকে প্রজ্জ্বলিত করে। ইহাদের মধ্যে এমন টর্চও দেখা যায় যাহাদের রোসনাই দেড় হাজার ফুট পর্যন্ত যায়। পথে ঘাটে ইহারা বেশ কার্যোপযোগী হয়। ইহাদের ব্যাটারি প্রায় ৭ হইতে ১০ ঘণ্টা পর্যন্ত বৈদ্যুতিক শক্তি দানে সমর্থ হয়। ব্যাটারিগুলি অধিক পুরাতন হইলে, তাহাদের শক্তি কার্যে ব্যয়িত না হইয়াই অপচয় হইয়া যায়। সুতরাং ঐ বাতিকে বিদেশে (যেখানে ব্যাটারি পাওয়া যায় না) লইয়া যাইতে হইলে নতুন ব্যাটারি সংগ্রহ করিয়া লইয়া যাওয়াটা

চিত্র—১৪৮ বিধেয়। ব্যাটারি বাজারে খরিদ করিতে পাওয়া যায়। ১৪৯ চিত্রে একটি ক্যাবিনেট ইলেক্ট্রিক উনান বা বৈদ্যুতিক উনান



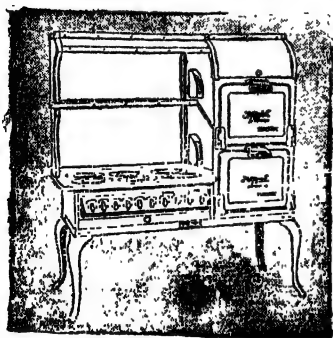
আছে। ইহার সহিত আবার খাদ্য দ্রব্যাদি গরম রাখিবার জন্য হট-চেষ্টিও আছে। ঐ উনানে খাদ্যদ্রব্যাদি প্রস্তুত করিয়া পরে পার্শ্বস্থিত হট-চেষ্টির মধ্যে রাখিয়া দিলে খাদ্যাদি শীঘ্র শীতল হয় না। এই উনানের বিদ্যুৎ প্রবাহক তার এক প্রকার উচ্চ-উত্তাপ সহনশীল ধাতুর দ্বারা নির্মিত।

চিত্র—১৪৯

এই তারকে বৈদ্যুতিক ভাষায় এলিমেন্ট (Element) বলা যায়। এইরূপ ক্যাবিনেট উনান দেখিতে সুন্দর ও ঘরের আসবাবরূপে বিরাজ করে। ১৫০ চিত্রে একটি বৈদ্যুতিক উনানের আকৃতি দেওয়া হয়েছে ইহাতে



চিত্র—১৫০

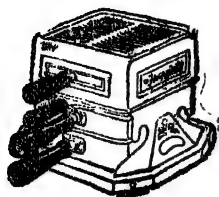


চিত্র—১৫১

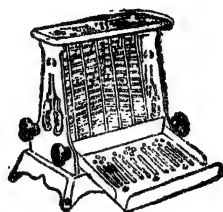
কেবলমাত্র দুইটি গরম করিবার এলিমেন্ট আছে, ইহাতে একত্রে দুইটি সাধারণ উনানের কার্য হইতে পারে। ইহার হট-চেপ্ট উনানের নিম্নে স্থাপিত। ১৫১ চিত্রে একটি বৃহৎ বৈদ্যুতিক উনান সন্নিবিষ্ট দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে এক সঙ্গে অনেকগুলি উনানের মুখ আছে, ইহার দ্বারা অনেক প্রকারের রন্ধন একত্রে করা বাইতে পারে। উহার বৈদ্যুতিক শক্তি বাহক “এলিমেন্ট” অর্থাৎ হট অগ্নার ঠিক পূর্ব বর্ণিত উনানের স্থায়। ১৫২ চিত্রে একটি ছোট উষ্ণ করিবার উনান দর্শিত হইয়াছে। এই উনানের দ্বারা বেকিং ও রুটা টোষ্ট প্রভৃতি প্রকারের কার্য বেশ সুচারু রূপে সম্পন্ন

হইতে পারে। ১৫৩ চিত্রে একটি গৃহ উষ্ণকারী রেডিয়েটারের আকৃতি দর্শিত হইয়াছে। শীতপ্রধান দেশের পক্ষে ইহা অতীব প্রয়োজনীয় দ্রব্য। ইহার উষ্ণ করিবার তার বা “ফিলামেন্ট” উনানের তারের

ন্মায়। এই রেডিয়েটার ব্যতীত আরো অনেক প্রকার রেডিয়েটার প্রস্তুত হয় তাহাদের চিত্র এখানে স্থানাভাব বশতঃ দেওয়া হয় নাই।



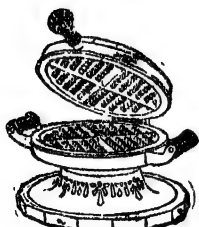
চিত্র—১৫২



চিত্র—১৫৩



চিত্র- -১৫৪

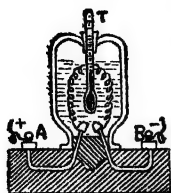


চিত্র—১৫৫

১৫৪ চিত্রে একটি তরল পদার্থ উষ্ণ করবার কেটলীর ছবি দেওয়া হইয়াছে। এই কেটলীর নিম্নভাগে ভিন্ন কোটরে একটি বিদ্যুৎ প্রবাহক এলিমেন্ট আছে। বিদ্যুৎ লাইনের সঠিত সংযোগ করিয়া দিলেই এই “এলিমেন্ট” উষ্ণ হইয়া উপর কোটরস্থিত জল প্রভৃতি তরল পদার্থকে উষ্ণ করে। ইহার দ্বারা চা প্রস্তুতের উষ্ণ জল অনায়াসে প্রস্তুত হইতে পারে। ১৫৫ চিত্রে একটি “হটপ্লেটের” আকৃতি দেওয়া হইয়াছে ইহাতে রুটি প্রভৃতি প্রস্তুত করা যায়। পাউরুটি টোষ্ট করা যায়। এই সকল উষ্ণকারী দ্রব্যের এলিমেন্ট নষ্ট হইয়া গেলে বাজারে ক্রয় করিতে পারা যায়। ইহা বিশেষ লক্ষ্য রাখা কর্তব্য যে যখন এইসকল

উষ্ণকারী উনান অধিক উত্তপ্ত হয়, তখন উহাদের বিদ্যুৎ প্রবাহ রাখা প্রয়োজন নতুবা এলিমেন্ট পুড়িয়া যাইবার বিশেষ সম্ভাবনা।

প্রবাহ দ্বারা উৎপন্ন উত্তাপ ১৫৬ চিত্রে দর্শিত যন্ত্রটির দ্বারা পরিমিত হইতে পারে। প্রবাহ বহিবার সময় কয়েলটি দ্বারা উৎপন্ন উত্তাপ তরল পদার্থকে গরম করে; ঐ তরল পদার্থের তপ্ততা 'T' থার্মোমিটার দ্বারা দর্শিত হয় এবং A ও B টার্মিনালদ্বয় দ্বারা কয়েলে প্রবাহ দান করা যায়। এই যন্ত্রে সচরাচর তরল পদার্থটির জন্ম



চিত্র—১৫৬ এলকোহল অথবা টার্পেনটাইন তৈল ব্যবহৃত হয়। যদি ব্যবহৃত তরল পদার্থের পরিমাণ হয়  $m$  গ্রাম, স্পেসিফিক-হিট  $s$  এবং উহা  $t_0$  উত্তপ্ত হয়, তাহা হইলে উত্তপ  $H = mst$

### প্রবাহের ফল—(২) রাসায়নিক।

যেমন সেলের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়, ঠিক তাহার বিপরীত ভাবে সেলের বাহিরে এই প্রবাহ দ্বারা কতকগুলি তরল পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত হইতে পারে। পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাওয়া যায় তরল পদার্থ তিন প্রকারের হইতে পারে,—

(১) যাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে পারে না বা অপরিচালক, যথা—পেট্রোলিয়াম বা টার্পেনটাইন।

(২) যাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে পারে বটে, কিন্তু বিশ্লেষণ হয় না, যথা—পারদ, গলিত ধাতু।

(৩) যাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহকালে বিশ্লেষণ হয়।

এই শেষোক্ত পদার্থগুলি সাধারণতঃ গলিত বা তরল লবণাক্ত পদার্থ এবং ইহাদিগকে ইলেকট্রোলাইট (Electrolyte) বলে ও প্রবাহ দ্বারা ইহাদের বিশ্লেষণ হওয়াকে ইলেকট্রোলিসিস (Electrolysis) বলে।

ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্ম পজিটিভ ও নেগেটিভ

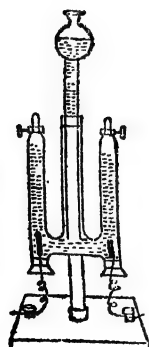


তারের সহিত সংযুক্ত যে দুইটি ধাতুখণ্ড তরল পদার্থের মধ্যে ব্যবহার হয় তাহাদিগকে ইলেকট্রোড (Electrode) বলে। তন্মধ্যে যেটা পজিটিভ তারের সহিত সংযুক্ত থাকে তাহাকে পজিটিভ ইলেকট্রোড বা এনোড (Anode) বলে ও যেটি নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত থাকে তাহাকে নেগেটিভ ইলেকট্রোড বা ক্যাথোড (Kathode) বলে। অতএব তরল পদার্থের মধ্যে এনোড হইতে ক্যাথোডে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। যে পাত্রের মধ্যে ইলেকট্রোলিসিস সাধিত হয় তাহাকে ভল্টামিটার (Voltameter) বলে। যদি কপার সালফেট ( $\text{Cu SO}_4$ , তুঁতে), সিলভার নাইট্রেট ( $\text{Ag NO}_3$ ), পোটাশিয়াম আয়োডাইড ( $\text{KI}$ ), সোডিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NaCl}$ ) সালফিউরিক এসিড ( $\text{H}_2 \text{SO}_4$ ), হাইড্রোক্লোরিক এসিড ( $\text{HCl}$ ), প্রভৃতি দ্রব্য জলে গুলিয়া তন্মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয় তাহা হইলে উহারা বিশ্লিষ্ট হইয় যথাক্রমে  $\text{Cu}$  ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}$  ও  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}$  ও  $\text{I}$ ,  $\text{Na}$  ও  $\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2$  ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{H}$  ও  $\text{Cl}$  প্রভৃতি পদার্থে পরিণত হয়। তন্মধ্যে অগ্র লিখিত পদার্থগুলিতে অর্থাৎ  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$  প্রভৃতিতে পজিটিভ চার্জ থাকে বলিয়া ইহারা নেগেটিভ ইলেকট্রোডে আকৃষ্ট হয় ও অপরগুলিতে অর্থাৎ  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{Cl}$  ইত্যাদিতে নেগেটিভ চার্জ থাকে বলিয়া ইহারা পজিটিভ ইলেকট্রোডে আকৃষ্ট হয়। এই ভাবে বিশ্লিষ্ট হইয়া উৎপন্ন বৈদ্যুতিক অবস্থা বিশিষ্ট  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$ , ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{Cl}$  প্রভৃতিকে চলিত ভাষায় ‘আয়ন’ (Ion) বলে। প্রকৃতপক্ষে উহারা অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য বিদ্যুৎ পরিমাণের সমাহার এবং সেই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বিদ্যুৎ পরিমাণকে আয়ন বলে এবং এরূপভাবে বিশ্লিষ্ট হওয়ারকে ‘আয়োনাইজেশন’ (Ionisation) বলে। যেগুলিতে পজিটিভ আয়ন থাকে তাহাদিগকে ‘এনিয়ন’ (Anion) বলে এবং তাহারা নেগেটিভ ইলেকট্রোডের (Kathode) উপর আকৃষ্ট হয় যথা— $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$  প্রভৃতি, আর যে গুলিতে নেগেটিভ আয়ন

থাকে তাহাদিগকে 'কেটিয়ন' (Kation) বলে এবং তাহারা পজিটিভ ইলেকট্রোডের (Anode) উপর আক্রান্ত হয়, যথা— $\text{SO}_4, \text{NO}_3, \text{I}, \text{Cl}, \text{O}$  ইত্যাদি। এখন এই  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$  বা এবশ্বকার দ্রব্যাদি নেগেটিভ ইলেকট্রোডের গাত্রে ধরিয়া যায় কিন্তু  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$  প্রভৃতি দ্রব্যাদির জলের উপর রাসায়নিক প্রক্রিয়া থাকায় জলের সহিত  $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$  বা  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$  এই প্রকার রাসায়নিক কার্য করিয়া  $\text{H}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করে এবং  $\text{K}$  বা  $\text{Na}$  প্রভৃতির পরিবর্তে এই  $\text{H}_2$  গ্যাস নেগেটিভ ইলেকট্রোডের গাত্রে জমিতে দৃষ্ট হয়। পজিটিভ ইলেকট্রোডের উপর  $\text{SO}_4, \text{NO}_3, \text{I}, \text{Cl}$  প্রভৃতি দ্রব্য পড়ে এবং ইলেকট্রোডের দাতুটি যদি এরূপ হয় যে তাহার উপর ইহাদের রাসায়নিক প্রক্রিয়া আছে তাহা হইলে ইলেকট্রোডের পদার্থটিকে যথাক্রমে সালফেট, নাইটেট, আয়োডাইড, ক্লোরাইড ইত্যাদি লবণে পরিণত করে, নতুবা ইলেকট্রোডের সহিত কোনরূপ রাসায়নিক প্রক্রিয়া না ঘটিলে জলের সহিত ঘটিয়া  $\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$ ,  $2\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{O}$ ,  $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{O}$ ,  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}$  এইভাবে  $\text{O}_2$  গ্যাস নিঃসৃত করে। এই  $\text{O}_2$  গ্যাসই পজিটিভ ইলেকট্রোডে জমিতে দেখিতে পাওয়া যায়। অবশ্য প্রথম প্রথম এই  $\text{O}_2$  গ্যাস জলের মধ্যে গুলিয়া যাইতে থাকে, সেইজন্য গোড়ার মুখে উহা জমিতে দৃষ্ট হয় না। বলা বাহুল্য যে  $\text{K I}$  বা  $\text{Na Cl}$  এর পক্ষে একদিকে  $\text{K}$  বা  $\text{Na}$  দ্বারা জল বিশ্লিষ্ট হইয়া উহার একটি উপাদান  $\text{H}_2$  নির্গত হয়,  $\text{KOH}$  বা  $\text{NaOH}$  প্রস্তুত হয় এবং অপর দিকে  $\text{I}$  বা  $\text{Cl}$  কর্তৃক জল বিশ্লিষ্ট হইয়া ইহার অপর উপাদান  $\text{O}_2$  নির্গত হয় ও  $\text{HI}$  বা  $\text{HCl}$  প্রস্তুত হয়, পরে এই  $\text{KOH}$  ও  $\text{HI}$  বা  $\text{NaOH}$  ও  $\text{HCl}$  মিশিয়া যথাক্রমে  $\text{KI}$  বা  $\text{NaCl}$  পুনরায় প্রস্তুত হয়, যথা— $\text{KOH} + \text{HI} = \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$  বা  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ । অতএব ফলতঃ দেখা যাইতেছে যেন  $\text{KI}$  বা  $\text{NaCl}$  অভয়

রহিয়া গেল, কেবলমাত্র  $H_2O$ । জল  $H_2$  ও  $O_2$  এই দুই উপাদানে বিভক্ত হইল। এরূপ কার্য  $HNO_3$  বা  $H_2SO_4$  এর পক্ষেও ঘটে,—ইহারা বিশ্লিষ্ট হইয়া  $H$  ও  $NO_3$  বা  $H_2$  ও  $SO_4$  হয়। একদিকে এই  $H_2$  গ্যাস জমে অপরদিকে  $NO_3$  বা  $SO_4$  কতক জল হইতে  $O_2$  নিঃসৃত হয় ও  $HNO_3$  বা  $H_2SO_4$  পুনঃ প্রস্তুত হয় যেমন পূর্বে দেখান হইয়াছে।

**জলের ইলেকট্রোলিসিস** (Electrolysis of water)  
নিম্নলিখিত জলের মধ্যে দুইটি প্লাটিনামের ইলেকট্রোড ডুবাইলে দেখা যায় যে জলের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ নিম্নলিখিত জল প্রায় অপরিচালক। কিন্তু যদি এই জলে কিঞ্চিৎ পরিমাণে সালফিউরিক এসিড ( $H_2SO_4$ ) বা সাধারণ লবণ ( $NaCl$ ) মিশ্রিত করা যায় তবে দেখা যায় যে ইলেকট্রোড দুইটিতে গ্যাস বৃদ্ধি জমে। এনোড ও ক্যাথোডের উপর দুইটি জলপূর্ণ পাত্র উপুড় করিয়া ধরিয়া রাখিলে দেখা যাইবে যে ক্রিয়াক্ষম পরে তাহাদের মধ্য হইতে জল নিঃসৃত হইয়া গিয়া উপর দিকে গ্যাস জমিতেছে। তন্মধ্যে ক্যাথোডের পাত্রে অধিক পরিমাণে গ্যাস



চিত্র—১০৭

জমে ও এনোডের পাত্রে অতি অল্প পরিমাণে গ্যাস জমে। তাহার কারণ এনোডে যে গ্যাস নিঃসৃত হয় তাহা জলে গুলিয়া যায় বলিয়া প্রথম প্রথম জমিতে দেখা যায় না, পরে যখন এনোড পাত্রের জল পূর্ণমাত্রায় ঐ গ্যাসকে গুলিয়া লয় তখন নিঃসৃত গ্যাস জলে আর গোলে না, জলকে সরাইয়া পাত্রটির উপর দিকে গিয়া জমিতে থাকে। এই সময় হইতে ক্যাথোড পাত্রে যে পরিমাণ গ্যাস জমিতে থাকে তাহা যদি মাপা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে ক্যাথোড পাত্রের গ্যাসের পরিমাণ এনোড পাত্রের গ্যাসের পরিমাণের প্রায়

দ্বিগুণ এবং পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে ক্যাথোড পাত্রে  $H_2$  গ্যাস

ও এনোড পায়ে  $O_2$  গ্যাস জমে। জলের এই ইলেকট্রোলিসিস হইতে প্রমাণ হয় যে জল  $H_2$  ও  $O_2$  নামক দুইটি উপাদানে গঠিত ও  $H_2$  এর পরিমাণ  $O_2$  এর দ্বিগুণ। প্রবাহ বাইবার সময়  $H_2$ ,  $SO_4$  বিস্ফিষ্ট হইয়া  $H_2$  ও  $SO_4$  হয়,  $H_2$  ক্যাথোডে জমে ও  $SO_4$  এনোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $H_2$ ,  $SO_4$  পুনরায় প্রস্তুত হয় ও  $O_2$  নির্গত হয়। ঠিক সেইরূপ  $NaCl$  বিস্ফিষ্ট হইয়া  $Na$  ও  $Cl$  হয়।  $Na$  ক্যাথোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $NaOH$  প্রস্তুত হয় ও  $H_2$  নির্গত করে এবং  $Cl_2$  এনোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $HCl$  প্রস্তুত করে ও  $O_2$  নির্গত হয়, পরে  $NaOH$  ও  $HCl$  মিশিয়া পুনরায়  $NaCl$  ও জল প্রস্তুত হয়। প্রবাহ দ্বারা এই সকল বিশ্লেষণ কালে  $SO_4$ ,  $Cl$ ,  $HCl$ ,  $H_2$ ,  $SO_4$  প্রভৃতি পদার্থ হয় বলিয়া প্লাটিনামের ইলেকট্রোড ব্যবহার করিতে হয়, কারণ এই ধাতুর উপর উহাদের কোনও রাসায়নিক ক্রিয়া নাই, নতুবা অল্প ধাতু ব্যবহার করিলে তাহারা ক্ষয়প্রাপ্ত হইবে। যে যন্ত্রের মধ্যে জলের ইলেকট্রোলিসিস হয় তাহাকে জলের ভণ্টামিটার বলে।

**পরিমাণ সম্পর্কীয় নিয়ম :—**একটি সারকিটে ( বিদ্যুৎ প্রবাহের পথে ) কতকগুলি জলের ভণ্টামিটার বসাইয়া দিলে দেখা যায় যে প্রত্যেকটিতেই ক্যাথোডে সমপরিমাণে  $H_2$  নির্গত হয়, তাহাদের ইলেকট্রোডগুলির আকার যতই বিভিন্ন হউক না কেন বা ইলেকট্রোড হয় যতই বিভিন্ন ব্যবধানে থাকুক না কেন। অথবা যদি ভণ্টামিটারগুলিতে তুঁতের (  $CuSO_4$  ) জল থাকে তাহা হইলে ক্যাথোডগুলির উপরে সমপরিমাণ তামা (  $Cu$  ) জমা হয়। এখন যদি কোনটায় এসিড মিশ্রিত জল, কোনটায়  $CuSO_4$  গোলা জল, কোনটায়  $AgNO_3$  গোলা জল থাকে তাহা হইলে বিভিন্ন ক্যাথোডে নিজস্ব বিভিন্ন আয়নগুলির (  $H_2$ ,  $Cu$ ,  $Ag$  প্রভৃতি ) পরিমাণ সমান হইবে না বটে, কিন্তু ইহা দেখা যাইবে যে জলের ভণ্টামিটারে যদি ওজনে দুই ভাগ  $H_2$  নিজস্ব

হয়,  $\text{Cu SO}_4$  ভন্টামিটারে ৬৩ ভাগ  $\text{Cu}$  ও  $\text{AgNO}_3$  ভন্টামিটারে ২১৬ ভাগ  $\text{Ag}$  নিষ্কাশিত হয়। এই পরিমাণগুলি উহাদের রাসায়নিক সমবদলীর (Chemical Equivalent) অনুপাতে হয়। অতএব দেখা যায় যে—

১। “যদি বিভিন্ন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া একই বা সমান প্রবাহ প্রবাহিত করা যায়, তাহা হইলে বিভিন্ন ইলেকট্রোডে নিষ্কাশিত আয়নের ওজন পরিমাণ তাহাদের রাসায়নিক সমবদলীর অনুপাতে হয়।” যথা, বিভিন্ন ভন্টামিটারে জল, হাইড্রোক্লোরিক এসিড, কপার-সালফেট, সিলভার-নাইট্রেট, পোটাসিয়াম-আয়োডাইড, গলিত টিনক্লোরাইড প্রভৃতিকে ইলেকট্রোলিসিস করিলে এবং যথাবিহিত উপায় দ্বারা নিষ্কাশিত আয়নগুলিকে পুরাপুরি সংরক্ষণ করিয়া ওজন করিলে দেখা যায় যে প্রতি ১ পাউণ্ড হাইড্রোজেন নিষ্কাশিত হইলে ততক্ষণে বিভিন্ন ইলেকট্রোডে ৩১.৫ পাউণ্ড  $\text{Cu}$ , ১০৮ পাঃ  $\text{Ag}$ , ১২৭ পাঃ  $\text{I}$ , ৫৯ পাঃ  $\text{Sn}$  (টিন), ৩৫.৫ পাঃ  $\text{Cl}$ , ৮ পাঃ  $\text{O}_2$  ও ৩৯.১ পাঃ  $\text{K}$  নির্গত হয়। এবং এই পরিমাণগুলি উহাদের রাসায়নিক সমবদলীর আনুপাতিক।

২। “কোন নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ প্রবাহের তেজের অনুপাতে হয়।” অর্থাৎ ১ আমপেয়ার প্রবাহ দ্বারা কোন সময়ের মধ্যে যে পরিমাণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়, ৫ বা ৮ আমপেয়ার প্রবাহ দ্বারা সেই সময়ের মধ্যে যথাক্রমে তাহার ৫ বা ৮ গুণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়।

৩। “কোন নির্দিষ্ট প্রবাহ দ্বারা নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ সময়ের অনুপাতে হয়।” অর্থাৎ ১ সেকেন্ডে যত আয়ন নিষ্কাশিত হয় ৬ বা ১০ সেকেন্ডে তাহার যথাক্রমে ৬ বা ১০ গুণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়।

বিদ্যুৎ-রাসায়নিক সমবদলী বা ইলেকট্রোকেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (Electro-Chemical Equivalent—E. C. C.)—১ সেকেন্ডে ধরিয়া প্রবাহিত ১ আমপেয়ার প্রবাহ

দ্বারা নিষ্কাশিত কোন পদার্থের আয়নের পরিমাণকে ঐ পদার্থের ইলেকট্রো-কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বলে। ১ আমপেয়ার প্রবাহ দ্বারা ১ সেকেন্ডে  
 '.....১০৪ গ্রাম  $H_2$  নিষ্কাশিত হয়, সুতরাং  $H_2$  এর E.C.C. = '.....১০৪।  
 অতএব কোন পদার্থের E. C. C. =  $H_2$  এর E. C. C.  $\times$  ঐ পদার্থের  
 কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট ( নিয়ম ২ হইতে )। যথা :—Cu এর কেমিক্যাল  
 ইকুইভ্যালেন্ট ৩১.৫, সুতরাং ইহার E. C. C. = '.....১০৪  $\times$  ৩১.৫ =  
 '.....২৭৬, Ag এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট ১০৮, অতএব ইহার  
 E. C. C. = '.....১০৪  $\times$  ১০৮ = '.....১১২৩২। এবং দেখা যায় যে ১  
 আমপেয়ার প্রবাহ দ্বারা ১ সেকেন্ডে যথাক্রমে '.....৩২৭৬ গ্রাম Cu  
 ও '.....১১২৩২ গ্রাম Ag নিষ্কাশিত হয়।

দ্রষ্টব্য—কোন পদার্থের কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বলিতে ঐ পদার্থের পরমানুর  
 ওজনকে উহার ভ্যালেন্সি ( Valency ) দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল হয় তাহাকে  
 বুঝায়। পরমানুর ওজন বলিতে  $H_2$  পরমানুর ওজনকে ১ ধরিলে পদার্থটির  
 ওজন বাহা হয়, যথা :—Zn = ৬৫, Cu = ৬৩ এবং ভ্যালেন্সি বলিতে পদার্থটির একটি  
 পরমানু যতগুলি  $H_2$  পরমানুর সমবদলী, যথা :— $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$   
 অতএব ১টি Zn পরমানু দুইটি  $H_2$  পরমানুর সমবদলী, সুতরাং Zn এর ভ্যালেন্সি = ২।  
 অতএব Zn এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট =  $\frac{৬৫}{২} = ৩২.৫$ । সেইরূপ  $CuSO_4$  হইতে  
 দেখা যায় Cu এর ভ্যালেন্সি = ২, সুতরাং Cu এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট  $\frac{৬৩}{২} = ৩১.৫$ ।

অতএব উল্লিখিত নিয়মত্রয় হইতে দেখা যায় যে  $w = e \times C \times t$ ,

w = নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ, e = ইলেকট্রো-কেমিক্যাল ইকুই-  
 ভ্যালেন্ট, C = আমপেয়ারে পরিমিত প্রবাহ বেগ, t = সেকেন্ডে পরিমিত  
 সময় পরিমাণ।

ইলেকট্রোলিসিসের ব্যবহার—ইলেকট্রোলিসিসের সাহায্যে নিম্নলিখিত  
 কার্যগুলি সমাধা হইতে পারে।

- ১। কোন রাসায়নিক পদার্থের উপাদান নিষ্পত্তি।
- ২। নিষ্কল ধাতু প্রাপ্তি।
- ৩। প্রবাহের বেগ পরিমাপ।

৪। ইলেকট্রোটাইপ কার্য।

৫। ইলেকট্রোপ্লেট কার্য।

১। রাসায়নিক পদার্থের উপাদান নিষ্পত্তি:—যেমন জলের ভন্টামিটার হইতে জানা যায় যে জল  $H_2$  ও  $O_2$  নামক দুইটি উপাদানে গঠিত ও ওজনে প্রতি ১ ভাগ  $H_2$  এর সহিত ৮ ভাগ  $O_2$  থাকে বা আয়তনে ২ ভাগ  $H_2$  এর সহিত ১ ভাগ  $O_2$  থাকে।

২। নির্মল ধাতু প্রাপ্তি বিষয় রসায়ন সম্পর্কীয় পুস্তকের আলোচ্য বিষয়।

৩। প্রবাহের বেগ পরিমাপ কার্য—দেখা গিয়াছে  $w = e \times C \times t$ । অতএব যদি নিষ্কাশ্য আয়নের ওজন দেখা যায় ও প্রবাহের সময় দেখা যায়, তাহা হইলে এই সম্বন্ধ হইতে  $C$  এর পরিমাপ বাহির করা যায়, অবশ্য তালিকা হইতে ও জানিতে হইবে।

বধা—একটি  $Cu SO_4$  ভন্টামিটারে ১৫ মিনিটে ৩ গ্রাম  $Cu$  নিষ্কাশ হইয়াছে।  
কি প্রবাহ বহিয়াছে ?

$$w = e \times C \times t$$

$$\text{বা } ৩ = ০.০০০৩২৭৬ \times ১৫ \times ৬০ \times C = ২৯৪৮৪ C$$

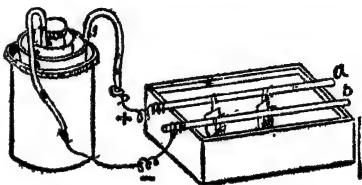
$$\text{বা } C = \frac{৩}{২৯৪৮৪} = ১০.১৭ \text{ আমপেরার।}$$

৪।

৪। ইলেকট্রোটাইপ কার্য—ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা তামার ইলেকট্রোটাইপ করা হয়। যে বস্তুটির ইলেকট্রোটাইপ করিতে হইবে, প্রথমতঃ তাহার একটি ছাঁচ করিয়া লইতে হয়, পরে সেই ছাঁচের উপর ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা  $CuSO_4$  ভন্টামিটার মধ্যে তামা জমাইতে হয়। যে সকল বস্তু পদক প্রভৃতির স্থায় কঠিন ও চাপসহনশীল তাহারের গাটা পার্চার উপর ছাপ লওয়া হয়। এই নিমিত্ত গাটাপার্চকে গরম জলে রাখিয়া নরম করিয়া ঐ বস্তুটির উপর চাপিয়া ছাঁচ লইতে হয়। কাঠের ব্লক (Wood Block) ও টাইপ প্রভৃতির সচরাচর যোমের ছাঁচ হয়। মোম, চর্বি ও ভেনিস-টার্পিশ একসঙ্গে গলাইয়া মিশ্রিত করিয়া একটি চেটাল পাত্রে ঢালিয়া দিতে হয় এবং উহা ঠাণ্ডা হইয়া জমিয়া একেবারে কঠিন হইবার পূর্বেই ব্লক বা টাইপ উহার উপর চাপিয়া ছাপ তুলিয়া লইতে হয়। কোন কোন স্থলে প্লাষ্টার-অফ-প্যারিস (Plaster of Paris) ও গলনক্ষম মিশ্র ধাতু (Fusible Alloy) দ্বারা ছাঁচ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ছাঁচ প্রস্তুত হইলে ঐ ছাঁচকে পরিচালকে পরিণত করিতে হয়, তজ্জন্ত ঐ ছাঁচের উপর স্তরাক্রমে গ্রাফাইট (Graphite) চূর্ণ মাখাইয়া দিতে হয়। এই ছাঁচটিকে  $Cu SO_4$  ভন্টামিটারে ক্যাথোড ভাবে ব্যবহার করিতে হয় ও এনোডটি একটি তামার পাতের করিয়া গ্রাইয়ারী বা

সেকেন্ডারী সেল বা ব্যাটারি দ্বারা কিম্বা ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামো হইতে প্রবাহ দিতে হয়।  $\text{CuSO}_4$  বা তুঁতের তীব্র সলিউশন ব্যবহার করিতে হয়। কার্যকালে যেমন যেমন  $\text{CuSO}_4$  বিস্মিষ্ট হইয়া  $\text{Cu}$  (তামা) ক্যাথোডে বা ছাঁচের উপর পড়িতে থাকে  $\text{SO}_4$  এনোডে অর্থাৎ তামার পাতের উপর পড়িয়া তাহার সহিত মিশিয়া  $\text{CuSO}_4$  উৎপন্ন করে। সুতরাং  $\text{CuSO}_4$  জলের তেজ নষ্ট হয় না।

১৫৮ চিত্রে কার্যপ্রকরণ দেখান হইয়াছে।  $\text{CuSO}_4$  এর জল ধারণকারী পাত্রটি কাঠ পরিবেষ্টিত কাঁচ, প্লেটপাথর বা রবার দ্বারা প্রস্তুত। এই পাত্রটির উপরে আড়াআড়ি ভাবে দুইটি তাম্রদণ্ড আছে (A ও B), এই দণ্ড দুইটি সেলের বা ব্যাটারির নেগেটিভ ও পজিটিভ পোলের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত। ছাঁচটি (m) B হইতে ও তামার পাতটি (Cu) A হইতে  $\text{CuSO}_4$  জলের মধ্যনিমজ্জিত।



চিত্র—১৫৮

ছাঁচের উপর ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা পাতলা ভাবে তামা জমান যায় ও এই তামাকে ছাঁচ হইতে পুলিশা লইয়া ইহার মধ্যে গলিত টাইপমেটাল (যে ধাতু দিয়া টাইপ প্রস্তুত হয়) দিয়া ইহাকে শক্ত করা যায়।

খোদিত কাঠাদি হইতে ইলেকট্রোটাইপ করিবার উদ্দেশ্য এই যে প্রয়োজন মত এই উপায়ে অনেকগুলি একই রূপ প্রতিকৃতি পাওয়া যায় এবং ইহাদিগের দ্বারা বহু সহস্র কপি ছাপা চলে।

৫। ইলেকট্রোপ্লেটিং—বিভিন্ন উদ্দেশ্য সাধনার্থে ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা একপ্রকার ধাতুর উপর ভিন্ন প্রকার ধাতু জমান হয়, ইহাকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলে। যথা—গিঁতল গহনাদিতে সোণা ধরাইয়া সোণার মত করা হয়, লৌহকে নিকেল ধরান হয়, বাহ্যতে লৌহে মরিচা না পড়ে, ইত্যাদি।

১। গিল্ডিং (Gilding) বা গিল্টি করা—

ইহার দ্বারা সম্ভার ধাতুর উপর সোণা ধরাইয়া সোণার মত করা হয়। ইহাতে যে সলিউশন ব্যবহার করা হয় তাহাতে ওজনে

$\text{Au Cl}_3$ , (গোল্ড ক্লোরাইড Gold Chloride) ..... ১ ভাগ

$\text{KC N}$  (পোটাসিয়াম সায়ানাইড Potassium Cyanide) উপরিবিশ ১০ ..

জল.....২০০ ভাগ থাকে।



যে ধাতুটির উপর সোণা ধরাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভের সহিত সংযুক্ত করিয়া নেগেটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে এবং একটি সোণার পাতকে ( Gold Sheet ) পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে যাহাতে কার্যকালে  $AuCl_3$  ভগ্ন হইয়া  $Au$  (সোণা) নেগেটিভে ধাতুটির উপর জমিতে থাকিলে  $Cl_2$  ( ক্লোরিন ) পজিটিভে সোণার পাতের উপর পড়িয়া  $AuCl_3$  উৎপন্ন করে ও এই ভাবে সলিউশনের তেজ বজায় রাখে। সুতরাং দেখা যাইবে যে পজিটিভে সোণার পাতটি ক্রমশঃই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে ও নেগেটিভে ধাতুটির উপর সোণা জমিতে থাকে।

সিলভারিং ( Silvering ) :—ইহার দ্বারা সম্ভার ধাতুর উপর রূপা ধরাইয়া তাহাকে রূপার মত করা হয়। ইহাতে যে সলিউশান বী্যহার হয় তাহাতে ওজন—

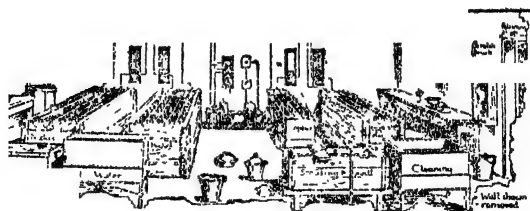
$Ag (CN)_2$  ( সিলভার সায়ানাইড Silver Cyanide ) ১ ভাগ

$KCN$  (পোটাসিয়াম সায়ানাইড) ... .. ১ "

জল ... .. ১২৫ "

ও ফোটা কয়েক কার্বন বাই-সালফাইড  $C S_2$  থাকে।

যে ধাতুটির উপর রূপা ধরাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভের সহিত সংযুক্ত করিয়া নেগেটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে এবং একটি রূপার পাতকে ( Silver sheet )



চিত্র—১৫০

পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে যাহাতে কার্যকালে  $Ag (CN)_2$  উৎপন্ন করিতে থাকে ও এই ভাবে সলিউশনের তেজ বজায় রাখে। সুতরাং দেখা যাইবে যে পজিটিভে রূপার পাতটি ক্রমশঃই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে ও নেগেটিভে ধাতুটির উপর রূপা জমিতে থাকে। উল্লিখিত উভয় প্রণালীতেই যে :ধাতুর উপর সোণা বা রূপা ধরাইতে হইবে তাহাকে ভালরূপে পরিষ্কার করিতে হইবে। তজ্জন্ম ইহাকে (১) তৈলময় পদার্থ নাশ

করিবার জন্য পাতলা কঠিক সোডার ( Na OH ) জলে ফুটাইতে হইবে, (২) জল দিয়া ধুইতে হইবে, (৩) মরিচা নষ্ট করিবার জন্য ক্ষণেকের জন্য জল মিশ্রিত নাইট্রিক এসিডে ( H NO<sub>3</sub> ) ডুবাইয়া রাখিতে হইবে, (৪) কঠিন ব্লক দ্বারা ব্লক করিতে হইবে, এবং (৫) নির্মূল জলে ধুইয়া লইতে হইবে।

স্মরণ রাখিতে হইবে যে ইলেকট্রোটাইপ বা ইলেকট্রোপ্লেট করিতে হইলে—সলিউশান হইতে নিষ্কাশ্য ধাতব পদার্থে পজিটিভ চার্জ থাকে। হেতু উহা নেগেটিভ ইলেকট্রোডে পড়ে বলিয়া যে বস্তুতে ঐ নিষ্কাশ্য ধাতু ধরাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত করিয়া সলিউশানের মধ্যে নেগেটিভ ইলেকট্রোডে পরিণত করিতে হইবে এবং সলিউশানের তেজ বজায় রাখিবার জন্য যে ধাতু ধরান হইবে সেই ধাতুর একটি পাত বা দণ্ডকে সলিউশানের মধ্যে পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে।

১৫৯ চিত্রে একটি ইলেকট্রোপ্লেটিং প্লান্ট দর্শিত হইয়াছে।

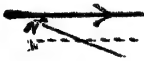
দ্রষ্টব্য :—পূর্বেই বলা হইয়াছে নির্মূল জল অপরিচালক বলিয়া উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না। উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহাইতে হইলে উহাতে কোনও লবণ বা এসিড মিশ্রিত করিতে হয়। লবণ বা এসিড মিশ্রিত জলের মধ্যে পজিটিভ ও নেগেটিভ ইলেকট্রোডদ্বয়কে নিমজ্জিত করিবামাত্র ঐ লবণ বা এসিড পদার্থের বিশ্লেষণ আরম্ভ হয়। কিন্তু কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ ঘটিলেই ঐ বিশ্লিষ্ট উপাদানগুলি পুনর্মিলনের চেষ্টা করে। যেমন কোন বস্তুকে বাল প্রয়োগ দ্বারা উপরে উঠান যায়, কিন্তু কিঞ্চিৎ উত্থিত হইলেই বস্তুটি নিম্নদিকে নামিবার চেষ্টা করে ও নিম্নদিকে চাপ দেয় ঠিক সেইরূপ কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ হইবামাত্র বিশ্লিষ্ট উপাদানগুলি পুনর্মিলিত হইবার চেষ্টা করে এবং এই পুনর্মিলনের চেষ্টার দরুন প্রযুক্ত ভোল্টেজের বিপরীত দিকে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। ইহাকে ইলেকট্রোলিসিসের ব্যাক ই, এম, এফ, বলে। এই পুনর্মিলনের চেষ্টাকে অতিক্রম করিয়া বিশ্লেষণ ক্রিয়া চালাইতে হইলে প্রযুক্ত ভোল্টেজ ব্যাক ই, এম, এফ, অপেক্ষা অধিক হওয়া প্রয়োজন। বিশ্লেষণ হইবার পূর্বে প্রযুক্ত ভোল্টেজ ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া, বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ, কিন্তু বিশ্লেষণ ঘটবার পরে প্রযুক্ত ভোল্টেজ হইতে ব্যাক ই, এম, এফ, বাদ দিলে যে পরিমাণ ভোল্টেজ থাকে তাহাই তখন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ। যথা :—যদি প্রযুক্ত চাপ হয় ৬ ভোল্ট, তাহা হইলে প্রথমে যে প্রবাহ বহে তাহার ভোল্টেজ ৬ ভোল্ট। প্রবাহ কিয়ৎক্ষণ বাহিয়া কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ ঘটিলেই যদি পুনর্মিলনের নির্দিষ্ট ব্যাক ই, এম, এফ, হয় ৪ ভোল্ট, তাহা হইলে তখন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ ৬ - ৪ = ২ ভোল্ট মাত্র।

## দশম পরিচয় ।

### প্রবাহের ফল ( Effect of Current )

#### ৩। চুম্বক ফল ( Magnetic Effect )

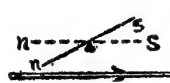
যদি একটি প্রবাহ বহনকারী তারকে একটি স্থচ চুম্বকের উপর ধরা যায় তাহা হইলে দেখা যায় যে স্থচ চুম্বকটি ঘুরিয়া প্রবাহের সহিত সমকোণ



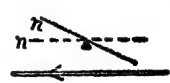
চিত্র—১৬০



চিত্র—১৬১



চিত্র—১৬২



চিত্র—১৬৩

করিতে চেষ্টা করে। স্থচ-চুম্বকটিকে খাড়া দণ্ডে খাটাইয়া তারটিকে একবার তাহার উপরে, পরে তাহার নীচে এবং আবার উল্টা করিয়া তাহার উপরে নীচে ধরিলে নিম্নলিখিত ফলগুলি দৃষ্ট হয়।

তারের (প্রবাহের) স্থান	প্রবাহের দিক	N—সেতার ঘূর্ণন	চিত্র
স্থচের উপরে	উত্তর হইতে দক্ষিণ	পূর্বদিকে	১৬০
"	দক্ষিণ হইতে উত্তর	পশ্চিমদিকে	১৬১
স্থচের নিম্নে	উত্তর হইতে দক্ষিণ	পশ্চিমদিকে	১৬২
"	দক্ষিণ হইতে উত্তর	পূর্বদিকে	১৬৩

এই ফলগুলি হইতে চুম্বকের ঘূর্ণন সম্বন্ধে নিম্ন লিখিত নিয়মটি পাওয়া যায়। ইহা আমপেরার কতৃক প্রদত্ত হইয়াছিল বলিয়া ইহাকে আমপেরার নিয়ম (Ampere's Rule) বা স্তম্ভরূপকারীর নিয়ম (Swimming man's rule) বলে (চিত্র—১৬৪)।

আমপেরার নিয়ম (Ampere's Rule) —“তারের উপর দিয়া চুম্বকের দিকে মুখ রাখিয়া প্রবাহের দিকে (অঙ্কুরিত) সম্ভরণকারীর বাম



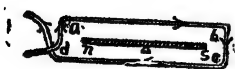
চিত্র—১৬৪

হস্তের দিকে N মেরু (ডান হস্তের দিকে S মেরু) ঘুরিয়া যায়।” এই নিয়ম অনুসারে তারের যে কোন অবস্থায় চুম্বকের ঘূর্ণনের দিক নির্দ্ধারিত হয়।

আবার এই নিয়মের সাহায্যে চুম্বকের ঘূর্ণনের দিক লক্ষ্য করিয়া কোন তারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যাইতে পারে। যথা—

সেলের মধ্যে প্রবাহের দিগ্‌নির্ণয় :—একটি সেলের পোলদ্বয়কে ঐরূপভাবে লম্বা বক্র তার দ্বারা সংযোগ করিয়া লওয়া হউক যেন চুম্বক সূত্রের উপর ঐ তারের কোনরূপ ফলাফল না থাকে। এখন ঐ সেলকে তুলিয়া উহার পজিটিভ টার্মিনালকে উত্তর দিকে ও নেগেটিভ টার্মিনালকে দক্ষিণ দিকে রাখিয়া দণ্ডে খাটান চুম্বকের উপর ধরিলে উহার N মেরু পশ্চিম দিকে ও S মেরু পূর্বদিকে ঘুরিয়া যায় এবং সেলটিকে ঘুরাইয়া উহার নেগেটিভ টার্মিনালকে উত্তর দিকে ও পজিটিভ টার্মিনালকে দক্ষিণ দিকে রাখিয়া চুম্বকের উপর ধরিলে উহার N মেরু পূর্বদিকে ও S মেরু পশ্চিমদিকে ঘুরিয়া যায়। ইহা হইতে প্রমাণ হইতেছে (১) বাহিরে প্রবাহের সময় সেলের তরল পদার্থের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং সেলের মধ্যস্থ এই প্রবাহ নেগেটিভ হইতে পজিটিভে যায়।

১৬৫ চিত্র হইতে আমপেরার নিয়ম অনুযায়ী স্পষ্টই দেখা যায় যে একটি তারকে চুম্বকের চতুর্দিকে পাকাইয়া দিলে প্রবাহ বহিবার সময়

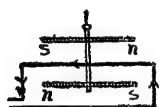


চিত্র—১৬৫

ঐ তারের উপরের অংশ, নীচের অংশ ও দুই পার্শ্বের দুইটি অংশ এই চারি অংশই চুম্বকের উপর একরূপ ফল উৎপাদন করে। এবং

তারটিকে ঐরূপভাবে একই দিকে যতবার পাকাইয়া দেওয়া যাইবে,

প্রত্যেক পাকটিই চুম্বকের উপর একরূপ ফল উৎপাদন করিবে। সুতরাং সমস্ত পাকগুলির সমগ্র ফল পাকের সংখ্যা অনুপাতে বাড়িয়া যাইবে। চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল পরিমাণ প্রবাহের বেগ অনুসারে হয়, অর্থাৎ বেগ যতগুলি অধিক হইবে ফলের পরিমাণও ততগুলি অধিক হইবে। এখন যদি একটি মাত্র চুম্বক সূচ ব্যবহার না করিয়া এষ্টাটিক পেয়ার ব্যবহার করা যায় তাহা হইলে ঘুরিবার সময় পৃথিবী তাহাদের ঘূর্ণনে কোনরূপ বাধা দিবে না, সুতরাং প্রবাহ হেতু যতটা পরিমাণ ঘূর্ণন হইতে পারে তাহা হইবে। তবে এষ্টাটিক পেয়ারের দুইটি চুম্বকেই কয়েলের মধ্যে রাখিলে কোনরূপ ফল দেখিতে পাওয়া যাইবে না, কারণ একটি চুম্বকের উপর যে ফল হইবে, অপরটির উপর ঠিক তাহার সমপরিমাণ বিপরীত ফল হইবে, সুতরাং এই দুইটিতে কাটিয়া যাইবে। সেইজন্য এই পেয়ারের একটি চুম্বকে কয়েলের মধ্যে ও অপরটিকে কয়েলের বাহিরে রাখিয়া স্থাপন করিতে হয় (চিত্র ১৬৬)। ইহাতে কয়েলের প্রত্যেক অংশের



ফল মধ্যস্থিত চুম্বকের উপর একইরূপ এবং উপরিস্থ বাহিরের চুম্বকের উপর কয়েলের উপাদিকের তারগুলির ফল পূর্বফলেরই মত, কেবলমাত্র কয়েলের

চিত্র—১৬৬  
নির্দিষ্টকর তারগুলির ফল এই চুম্বকের উপর পূর্বফলের বিপরীত, কিন্তু তাহাও আবার এই তারগুলি ঐ চুম্বক হইতে সর্বাঙ্গাধিক দূরে স্থিত বলিয়া পরিমাণে অতি অল্প। সুতরাং পূর্বফলটিই পরিলক্ষিত হইবে।

প্রবাহ দ্বারা চুম্বকের ঘূর্ণন—এই ফলটি গ্যালভানোমিটার (Galvanometer) প্রভৃতি কতিপয় যন্ত্রে প্রবাহের বেগ প্রভৃতি মাপিবার জন্য ব্যবহার হয়।

**প্রবাহের চুম্বক রাজ্য (Magnetic field of a Current) :**—এখন দেখা যাউক প্রবাহের চুম্বক রাজ্য কিরূপ হয়।

১। প্রবাহবাহী একটি তারকে লৌহচূরের মধ্যে রাখিয়া তুলিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে তারের গায়ে চতুর্দিকে লৌহচূর আকৃষ্ট হইয়া জড়াইয়া থাকে, ঠিক যেন তাহারা চুম্বক কণিক আকৃষ্ট হইয়া আছে। এবং ঐ

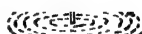


চিত্র—১৬৭

তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিয়া দিলে আকৃষ্ট লৌহচূরগুলি তার হইতে খসিয়া পড়িয়া যায়, চিত্র ১৬৭।

২। একটি পিজবোর্ডের মধ্যস্থলে দ্বিভ্র করিয়া একটি তার চালাইয়া দিয়া, ঐ পিজবোর্ডের উপর কিছু লৌহচূর সমভাবে ছড়াইয়া দিয়া ঐ তারটির উপরদিক ও নীচের দিক সেলের সাহিত

সংযুক্ত করিয়া তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইলে



এবং তলদেশ হইতে পিজবোর্ডে আস্তে আস্তে



টোকা মারিলে দেখা যাইবে লৌহচূরগুলি

চিত্র—১৬৮

তারের চতুর্দিকে এক-কেন্দ্র বৃত্তাকারে সজ্জিত হইয়া যায়। এই বৃত্তগুলি চুম্বক বলরেখা নির্দেশ করিতেছে, চিত্র ১৬৮।

উল্লিখিত পর্যবেক্ষণ হইতে প্রমাণ হয়, প্রবাহ বহনকারী তারের চতুর্দিকে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয়। এই চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় বলিয়া পিজবোর্ডে স্থিত লৌহচূরগুলি এই চুম্বক রাজ্যে থাকা হেতু চুম্বকে সম্ভাবিত হয়। এই সম্ভাবিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বকগুলি বৃত্তাকার বলরেখায় “স্পর্শ-জ্য” (Tangent) ভাবে সজ্জিত হয়। এবং আমপেরার

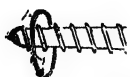
নিয়মামুযায়ী যদি কোন সম্ভাব্য রণকারীকে এই সম্ভাব্য চুম্বকের দিকে মুখ করিয়া



চিত্র—১৬৯

প্রবাহের দিকে সঁতার দিতে অনুমান করা যায় তাহা হইলে N-মেরু তাহার বামহস্তের দিকে যাইবে—ইহা হইতে বলরেখার দিক নির্ধারণ করা যায়। অতএব একটু চিন্তা করিলেই ইহা হইতে এই নিয়ম

দেখা যাইবে—“যদি প্রবাহ আমাদের নিকট হইতে বহিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হইতে থাকে তাহার চুম্বক রাজ্যে N-মেরু ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের



চিত্র—১৭০

দিকে বা S মেরু ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ( Anti-clockwise ) ঘুরিবে, চিত্র—১৬৯।

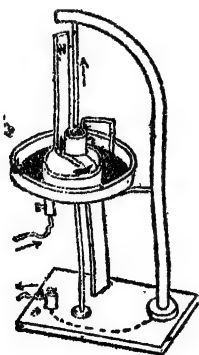
অর্থাৎ “বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকে একটি ডাইনামো স্ক্রুকে ( Right-handed screw ) চালাইতে হইলে বৃদ্ধান্ত্র যদিও ঘোরে N-মেরু সেই দিকে ঘুরিবে, চিত্র—১৭০।

দ্রষ্টব্য :—দর্শকের দিক হইতে সম্মুখদিকে বহিয়া যাইতে থাকিলে ভীর দ্বারা নির্দিষ্ট প্রবাহের পশ্চাত্তাপ দৃষ্ট হয় বলিয়া উহা  $\times$  দ্বারা এবং দর্শকের দিকে প্রবাহ আসিতে থাকিলে প্রবাহ নির্দেশক তারের মুখটা দৃষ্ট হয় বলিয়া ইহা  $\odot$  দ্বারা দর্শিত হয়।



চিত্র—১৭১

উপরে বলা হইল যে একটি চুম্বক মেরু প্রবাহবাহী তারের চতুর্দিকে ঘুরিতে থাকে কিন্তু কার্যতঃ দেখা যায় যে একটি চুম্বক হুচ প্রবাহের চতুর্দিকে ঘুরিতে থাকে না, কেবল মাত্র একটু ঘুরিয়া প্রবাহের আড়াআড়ি ভাবে দাঁড়াইয়া



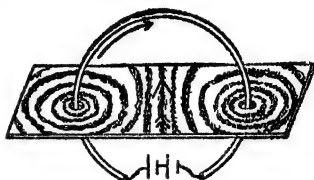
চিত্র—১৭২

থাকিবার চেষ্টা করে। তাহার কারণ এই যে এক মেরু বিশিষ্ট চুম্বক হয় না, চুম্বক হুচের দুই দিকে দুইটি বিভিন্ন মেরু আছে, সুতরাং একটি মেরু যদি ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিতে চেষ্টা করে, অপরটি তাহার বিপরীত দিকে ঘুরিতে চেষ্টা করিবে, অতএব কলে কেহই তারের চতুর্দিকে ঘুরিতে পারিবে না, কেবলমাত্র চুম্বকটি আড়াআড়ি দিকে একটু ঘুরিয়া দাঁড়াইয়া যাইবে। কিন্তু যদি এক মেরু-বিশিষ্ট চুম্বক পাওয়া যায় অর্থাৎ চুম্বকের একটি মেরুকে প্রবাহোদ্ভূত চুম্বক রাজ্যে রাখা হয় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে

চুম্বক মেরুটি প্রবাহের চতুর্দিকে উল্লিখিত নিয়মানুযায়ী ঘুরিতে থাকিবে। ১৭২ চিত্রে দর্শিত ভাবে একটি চুম্বক Nকে মধ্যস্থলে বঁকাইয়া একটি তারের সরু মুখের উপর

খাটান হইয়াছে। উর্দ্ধ টার্মিনাল দিয়া প্রবাহ আসিয়া গোলাকার পারদপাত্রে যাইয়া চুম্বকে রক্ষিত ক্ষুদ্র পারদ পাঁত্রে পৌঁছিতেছে ও তথা হইতে উপরের তার দিয়া বাহির হইয়া যাইতেছে। অতএব চুম্বকের উপর মেরুটি (N) প্রবাহের চুম্বক রাজ্যে আছে ও নিম্ন মেরুটি চুম্বক রাজ্যের বাহিরে। ইহাতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে চুম্বকটি ঘুরিতে থাকিবে। এখানে উপর ইহতে চুম্বকে একটিরকণায় ঘুরিতে দৃষ্ট হইবে।

গোলাকারে রূপ  
তারের মধ্য দিয়া প্রবাহের  
চুম্বক রাজ্য (Field  
due to Circular current)  
—একটি তারকে গোল করিয়া



চিত্র—১৭৩

বাঁকাইয়া তাহার মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইলে যে রূপ চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় তাহা ১৭৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহাতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, তারের নিকটে বলরেখাগুলি বৃত্তাকার ও পাকের মধ্যস্থলের নিকটে বলরেখাগুলি পাকের তলে লম্বভাবে পড়িতেছে। চিত্র ১৭৪ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে বলরেখাগুলি যেন পাকের মধ্য দিয়া একদিক হইতে অপর দিকে যাইতেছে। ডাইনামো নিয়ম অনুসারে একটু চিন্তা করিয়া দেখিলে দেখা যাইবে যদি কয়েলের দিকে তাকাইলে উহার প্রবাহ চিত্র—১৭৪ ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিতে দৃষ্ট হয়, চিত্র ১৭৫, তাহা হইলে পাকের যে দিকটি সম্মুখদিকে থাকে তাহার উপর বলরেখাগুলি গিয়া পড়িতেছে ও পাকের যে দিকটি পশ্চাতে আছে তাহা দিয়া বলরেখাগুলি নির্গত হইয়া যাইতেছে। অর্থাৎ পাকের যে দিকটি সম্মুখদিকে থাকে তাহা যেন S-মেরু ও যাহা পশ্চাতে থাকে তাহা যেন N-মেরু। সুতরাং এই পাকটি চিত্র—১৭৫ একটি পাতলা চুম্বকের (Shell magnet) সামিল যাহার সম্মুখ





মুখে একটি মেরু ও পশ্চাৎ মুখে বিপরীত মেরু এবং এই চুম্বকের দৈর্ঘ্য তারের স্থূলতার সহিত সমান। আর যদি প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার

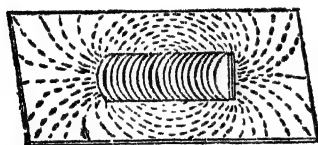


বিপরীত দিকে ঘুরিতে দৃষ্ট হয়, (চিত্র ১৭৬, ১৭৭) তাহা হইলে পাকটি একটি পাতলা চুম্বকের সামিল বাহার সমুখ মুখ N-মেরু ও

চিত্র—১৭৬ চিত্র—১৭৭ পশ্চাৎ মুখ S-মেরু।

**কয়েল (Coil) বা সলিনয়েডের (Solenoid)**

**চুম্বক রাজ্য :—**কতকগুলি পাক একসঙ্গে পর পর থাকিলে তাহাকে কয়েল বলে, এই কয়েলের তারের প্রান্ত দুইটি কয়েলের মধ্য



দিয়া ফিরাইয়া লইয়া গিয়া মধ্যস্থান দিয়া বাহির করিয়া লইলে তাহাকে সলিনয়েড বলে।

চিত্র—১৭৮

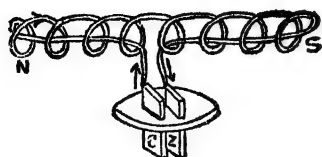
কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে

প্রত্যেক পাকটি পাতলা চুম্বকে পরি-

ণত হয়। এবং যেহেতু প্রত্যেক পাকের মধ্য দিয়া প্রবাহ একই দিকে বহিতেছে প্রত্যেক পাকের একই রূপ মেরুগুলি একদিকে ও বিপরীত মেরুগুলি অপরদিকে সৃষ্ট হয়, চিত্র ১৭৮। সুতরাং সমগ্র কয়েলটী এই পাতলা চুম্বকগুলির সমষ্টি, অর্থাৎ ইহা একটি দণ্ড চুম্বক (bar magnet) বাহার দৈর্ঘ্য কয়েলের দৈর্ঘ্যের সহিত সমান। অতএব এই কয়েলের চুম্বক রাজ্য দণ্ড চুম্বকের রাজ্যের মত। ইহা ১৭৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

**ভাসমান ব্যাটারি (Floating battery) দ্বারা কয়েলের চুম্বকত্ব পরীক্ষা :—**একটি সলিনয়েডের একটি শেষভাগ তামার পাত ও অপর শেষ ভাগটি দস্তার পাতের সহিত সংযুক্ত করিয়া, ঐ পাতদ্বয়কে একটি বড় শোলার মধ্য দিয়া প্রবেশ করাইয়া ইহাদিগকে ভাসমান করিয়া

একটি পাত্রে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে ভাসাইলে দেখা যায় যে ইহা একরূপভাবে ঘুরিয়া যায় যে সলিনয়েডটি দণ্ডচুম্বকের মত উত্তর



চিত্র—১৭৯

দক্ষিণ দিক লইয়া অবস্থান করে।

এবং একটি চুম্বক মেরু কয়েলের শেষদিকে লইয়া গেলে দেখা যায় যে এক শেষভাগ আকৃষ্ট ও অপর

শেষভাগ নিক্ষেপিত হয়। ১৭৯ চিত্রে

তীরছায়া প্রবাহের দিক নির্দেশকরা হইয়াছে। ইহাতে আমপেয়ারের নিয়মানুযায়ী বাম শেষভাগটি N মেরু ও ডাহিনা শেষভাগটি S মেরু হয়। এবং পরীক্ষা করিলেই দেখা যাইবে যে বামশেষভাগটি N মেরু দ্বারা ও ডাহিনা শেষভাগটি S মেরু দ্বারা নিক্ষিপ্ত হয়।

**বৈদ্যুতিক চুম্বক (Electromagnet) :—**প্রবাহবিশিষ্ট চুম্বকরাজ্যোৎপাদক কয়েলের মধ্যে একটি লৌহকে বৈদ্যুতিক অসংযুক্ত অবস্থায় রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয় এবং আমপেয়ারের নিয়ম অনুযায়ী লৌহের দিকে মুখ রাখিয়া কয়েলের উপর দিয়া প্রবাহের দিকে সত্তরগকারীর বামহস্তের দিকে N মেরু ও দক্ষিণ হস্তের দিকে S মেরু সৃষ্ট হয়, (চিত্র—৫৩)। এই চুম্বকীভবনের অনুমান এই যে কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ যাইতে থাকিলে কয়েলটি একটি দণ্ডচুম্বকের ত্যায় হয় ও কয়েলের মধ্যে চুম্বকরাজ্য উৎপন্ন হয় অর্থাৎ বলরেখা সৃষ্ট হয়। এই চুম্বক রাজ্যের বলরেখার সংখ্যা রাজ্যের মধ্যগের (অর্থাৎ বাহার মধ্যে বলরেখা সৃষ্ট হয়) উপর নির্ভর করে। যেমন অধিক বাধাপ্রদ পথে প্রবাহের তেজ কম হয়, সেইরূপ বায়ু প্রভৃতি মধ্যগের মধ্যে বলরেখা যাতায়াতে অধিক বাধা পায় বলিয়া অধিক পরিমাণে উৎপন্ন হইতে পারে না। কিন্তু লৌহ প্রভৃতি চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া যাতায়াতে বলরেখা অতি অল্প বাধা পায় বলিয়া ইহাদের মধ্যে বলরেখা অত্যন্ত অধিক পরিমাণে উৎপন্ন হইতে

পারে। লৌহের এই গুণকে প্রেরণ-ক্ষমতা বা পারমিএবলিটি (Permeability) বলে। বায়ুর সহিত তুলনায় সমবিস্তৃতির লৌহের মধ্যে যতগুণ বলরেখা উৎপন্ন হইতে পারে, তাহাকে লৌহের প্রেরণ-ক্ষমতা বলে। অতএব দেখা যাইতেছে বায়ুর প্রেরণ-ক্ষমতা ১ ও অগ্ন্যাগ্ন বস্তুর প্রেরণ-ক্ষমতা ইহার সহিত তুলনায় বাহির করা হয়। যে বস্তুর প্রেরণ-ক্ষমতা অধিক, কোন চুম্বকরাজ্যে তাহার মধ্যে অধিক সংখ্যক বলরেখা উৎপন্ন হয়, অর্থাৎ তাহা চুম্বকে পরিণত হয়। এই জগুই কয়েল উৎপন্ন রাজ্যে লৌহ রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। লৌহের এই চুম্বকত্বের তেজ উহার প্রেরণ-ক্ষমতার উপর নির্ভর করে। উহার প্রেরণ-ক্ষমতা যত অধিক হইবে উহা ততই তেজাল চুম্বক হইবে। আবার রাজ্যের তেজ কয়েলের গা ক সংখ্যা ও তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহের বেগের উপর নির্ভর করে। সুতরাং বৈদ্যুতিক চুম্বক সম্বন্ধে নিম্নলিখিত নিয়মগুলি পাওয়া যায়।

১। বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ প্রবাহের বেগের অনুপাতে হয় (যতক্ষণ লৌহটি সামান্য চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইয়াছে ও প্রবাহের তেজ কম ততক্ষণ এই নিয়মটি চলে)।

২। বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ পাকসংখ্যার অনুপাতে হয় (এই নিয়মটি যতক্ষণ (ক) চুম্বকটি পূর্ণত্ব প্রাপ্তি হইতে অনেক দূরে ও (খ) প্রবাহের বেগ একইরূপ অর্থাৎ পাকসংখ্যা বৃদ্ধি দ্বারা তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হেতু বাধা যদি না বাড়ে, ততক্ষণ চলে)।

উল্লিখিত নিয়মদ্বয়কে একত্র করিলে বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ আমপেরার-পাকের (Ampere turns) অনুপাতে হয়। আমপেরার-পাক বলিতে আমপেরার  $\times$  পাকসংখ্যা বুঝায়।

অতএব যদি চুম্বক মেরুর তেজ হয়  $m$ , প্রবাহ বেগ হয়  $C$  আমপেরার ও পাকসংখ্যা হয়  $n$ , তাহা হইলে :—

$$m = K \times Cn$$

$K$  = অপরিবর্তনীয় গুণক যাহা লৌহের আকৃতি প্রকৃতির ( অর্থাৎ প্রেরণ ক্ষমতা প্রভৃতির ) উপর নির্ভর করে ।

৩। “বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ কয়েলের তারের স্থূলতা বা পদার্থের উপর নির্ভর করে না ।”

৪। প্রবাহ বেগ ঠিক থাকিলে চুম্বকের তেজ কয়েলের ব্যাসের উপর নির্ভর করে না ( অবশ্য কয়েলের দৈর্ঘ্যের তুলনায় ব্যাস ছোট হওয়া চাই ও লৌহ যেন কয়েলের দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বড় হয় বাঁহাতে উহার শেষভাগ কয়েল হইতে বাহির হইয়া থাকে ) ।

আমপেয়ারের চুম্বকত্বের অনুমান ( Am-  
pere's theory of magnetism ) :—দেখা গিয়াছে প্রবাহবাহী কয়েল সর্বতোভাবে একটি চুম্বকের মত । ইহা হইতে আমপেয়ার অনুমান করিয়া গিয়াছেন যে চুম্বকত্বের কারণ প্রবাহ । তাঁহার অনুমান অনুযায়ী চুম্বকের প্রত্যেক অল্পপরমাণুগুলির উপর দিয়া বৃত্তাকারে সর্বদা প্রবাহ বহিতেছে । চুম্বকীভবনের পূর্বে এই অল্পপরমাণুগুলি একরূপ বিশৃঙ্খল ভাবে সজ্জিত থাকে যে একের প্রবাহ অপরের বিপরীত প্রবাহ দ্বারা নষ্ট হইয়া যায়, সুতরাং সাধারণ লোহে চুম্বকত্ব দৃষ্ট হয় না । কিন্তু যখন অল্পগুলি একরূপ ভাবে সজ্জিত হয় যে সকল বা অধিকাংশ অল্পগুলির প্রবাহ একই দিকে অর্থাৎ সমান্তরাল ভাবে বৃত্তাকারে বহিতে থাকে তখন লৌহের মধ্যে চুম্বকত্ব দৃষ্ট হয় । যত অধিক সংখ্যক অল্প এইরূপে একই ভাবে সজ্জিত হইবে, চুম্বকত্বের তেজ ততই অধিক হইবে অর্থাৎ লৌহটি ততই চুম্বকত্বের পূর্ণত্ব প্রাপ্ত হইবে । এখন এই পৃথক পৃথক অল্পগুলির উপর দিয়া প্রবাহিত বৃত্তাকার প্রবাহগুলিকে একত্র করিলে উহার লৌহ খণ্ডের উপর দিয়া প্রবাহিত বৃত্তাকার প্রবাহের সামিল ( চিত্র—৪৬, ৪৭ ) । যদিও এই চিত্রে দেখা যাইতেছে যে লৌহের উপর দিয়া প্রবাহ সর্বত্র একই দিকে

বহমান, তত্রাপি দুই প্রকার মেরু উৎপন্ন হয়, তাহার কারণ ঐ লৌহের এক শেষভাগ হইতে দেখিলে প্রবাহ যদি ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায়, অপর শেষভাগ হইতে উহা বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান দেখাইবে। সুতরাং যে শেষভাগ হইতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায় সেই শেষভাগে S-মেরু ও যে শেষভাগ হইতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায় সেই ভাগে N-মেরু দৃষ্ট হয়।

( Paramagnetism and Diamagnetism ) :—খুব তেজাল বৈদ্যুতিক চুম্বক সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া ফারাডে সিদ্ধান্ত করিয়া গিয়াছেন যে প্রত্যেক বস্তুরই উপব



চিত্র—১৮০



চিত্র—১৮১

চুম্বকের ফলাফল আছে। তিনি দুইটি মেরুর মধ্যে বস্তুকে বুলাইয়া দেখিয়াছেন যে কতকগুলি মেরুর দিকে (axially) অবস্থান করে, অর্থাৎ মেরু সংযোজক রেখার লম্বাভাবে ভাবে অবস্থান করে (চিত্র—১৮০)। এবশ্রকার বস্তুগুলি চুম্বক দ্বারা আকৃষ্ট হয়। একরূপ বস্তুদিগকে তিনি প্যারাম্যাগনেটিক বলিয়াছেন। এবং কতকগুলি বস্তু নিক্ষেপণ হেতু মেরু সংযোজক রেখায় আড়াআড়ি ভাবে অবস্থান করে (চিত্র—১৮১)। ইহাদিগকে তিনি ডায়াম্যাগনেটিক বলিয়াছেন।

তরল পদার্থকে কাঁচের সরু নলের মধ্যে পুরিয়া ঐ নলকে মেরুদ্বয়ের মধ্যে বুলাইয়া দেখিয়াছেন যে প্রায় সকল পদার্থের নল মেরুদ্বয়ের দিক অবলম্বন করে। সুতরাং তরল পদার্থগুলি সাধারণতঃ প্যারাম্যাগনেটিক। কিন্তু রক্ত, জল ও এলকোহল প্রভৃতি কতিপয় তরল পদার্থের নল মেরু সংযোজক রেখার লম্বভাবে অবস্থান করে, অতএব উহার



চিত্র—১৮২-১৮৩

ডায়াম্যাগনেটিক। মেরুদ্বয়ের উপর স্থাপিত একটি ছোট ঘড়ির কাঁচের উপর তরল পদার্থ রাখিয়াও পরীক্ষা করা চলে। যদি তরল পদার্থটি ডায়াম্যাগনেটিক হয় তাহা হইলে নিক্ষেপণ হেতু মেরুদ্বয়ের মধ্যস্থলে উহা চূড়া হইয়া উঠিবে (চিত্র—১৮৩)। আর যদি উহা প্যারাম্যাগনেটিক হয় তাহা হইলে আকর্ষণ হেতু

উভয় মেরুর উপরেই চূড়া হইয়া উঠিবে (চিত্র—১৮২)। অবশ্য এগুলি এত অল্প মাত্রায় হয় যে তাহা সাধারণ চক্ষে নিরীক্ষণ করা দুঃসাধ্য। গ্যাস লইয়া পরীক্ষা করিয়া তিনি

দেখিয়াছেন যে উহা প্যারাম্যাগনেটিক হইলে অগ্নিশিখাবৎ উপর দিকে প্রসারিত হইয়া উঠে, আর ডায়াম্যাগনেটিক হইলে আড়াআড়ি দিকে প্রসারিত হয়। উভয় প্রকার চুম্বক বস্তুর তালিকা প্রদত্ত হইল।

প্যারাম্যাগনেটিক :—

লৌহ

নিকেল

কোবল্ট

ম্যাঙ্গানিজ

ক্রোমিয়াম

সিরিয়াম

ল্যাটিনাম

অক্সিজেন

উক্ত ধাতুনিগের লবণ ও খনিজ পদার্থ

ডায়াম্যাগনেটিক :—

বিসমাথ

সোণা

ফসফরাস

গন্ধক

এন্টিমনি

সিলিনিয়াম

পারদ

জল

দস্তা

এলকোহল

সীসা

বায়ু

তাম্র

হাইড্রোজেন

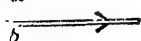
রূপা

দ্রষ্টব্য :—ভারী বায়ুর মধ্যে যেমন হালকা গ্যাস পূর্ণ বেলুন উপরে উঠিয়া যায় সেইরূপ ক্ষুদ্র প্যারাম্যাগনেটিক মধ্যগের মধ্যে লঘু প্যারাম্যাগনেটিক দ্রব্য ব্লাইলে তাহা ডায়াম্যাগনেটিক দ্রব্যের মত নিক্ষিপ্ত হয়।

### প্রবাহের উপর প্রবাহের বা চুম্বকের ফল

(Effect of current and magnet upon current)

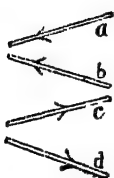
সমান্তরাল প্রবাহ (Parallel currents) :—একই দিকেবহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে আকর্ষণ ও বিপরীতদিকে বহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়। যথা ১৮৪ চিত্রে A ও B তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয়, কি B ও C বা A ও C তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ



হয়। এই আকর্ষণ বা নিক্ষেপণের কারণ এই প্রবাহ-বান্ তারগুলি পাতলা চুম্বকের ধারের মত। যখন প্রবাহ একইদিকে বহিতে থাকে তখন সম্মুখীন

চিত্র—১৮৪ মেরুদ্বয় বিপরীত সেইজন্ত আকর্ষণ হয় ও যখন প্রবাহ বিপরীত দিকে বহিতে থাকে তখন সম্মুখীন মেরুদ্বয় অনুরূপ সেইজন্ত নিক্ষেপণ হয়।

কৌণিক প্রবাহ (Angular current) :—প্রবাহবাহী দুইটি তার যদি সমান্তরাল না হইয়া কিছু কোণ উৎপন্ন করে, তাহা হইলে উভয় তার দিয়াই যদি প্রবাহ শৃঙ্খের দিকে অথবা শৃঙ্খ হইতে বহির্দিকে প্রবাহিত হয় তাহা হইলে তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয়। আর যদি একটিতে শৃঙ্খেরদিকে প্রবাহ বহে ও অপরটিতে শৃঙ্খ হইতে বহির্দিকে



বহে, তাহা হইলে তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়। যথ:

১৮৫ চিত্রে A ও B অথবা C ও D তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয় কিন্তু B ও C তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়।

অতএব, যদি দুইটি তার পরস্পরকে অতিক্রম করে

(চিত্র ১৮৬) এবং যদি তাহারা O বিন্দুতে ঘুরিতে সম্মম

চিত্র—১৮৫



হয়, তাহা হইলে উল্লিখিত নিয়মামুযায়ী A O ও B O এর মধ্যে এবং A' O ও B' O এর মধ্যে আকর্ষণ এবং B O ও A' O এর মধ্যে নিক্ষেপণ হইবে। সুতরাং তার-

চিত্র—১৮৬ দ্বয় সমান্তরাল হইবার চেষ্টা করিবে।

ঠিক সেইরূপ যদি একটি প্রবাহ

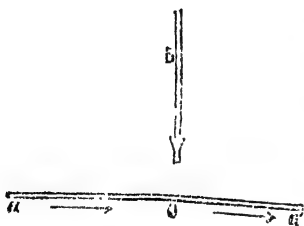
অপরের একদিকে পড়ে (চিত্র ১৮৭)

তাহা হইলে যেহেতু A O ও B

এর মধ্যে আকর্ষণ এবং O A' ও B

এর মধ্যে নিক্ষেপণ হয়, B চলনক্ষম

হইলে উহা AA' এর সমান্তরাল হইবে।



চিত্র—১৮৭

কম্পনশীল কয়েল

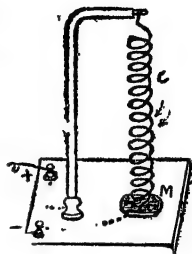
( Roget's vibrating spiral ) :—সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে আকর্ষণ

রগেটের কম্পনশীল কয়েল (চিত্র ১৮৮) দ্বারা দর্শিত হয়। এই চিত্রে

C একটি তারের কয়েল। এই কয়েলটি একটি দণ্ড হইতে ঝুলিয়া M

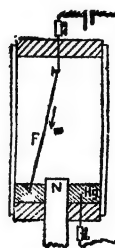
পাত্রে পারদকে স্পর্শ করিতেছে। দণ্ডটি ও পারদ পাত্রটি দুইটি

বন্ধন-স্ক্রু সহিত সংযুক্ত। বন্ধন-স্ক্রুদ্বয়কে ব্যাটারির পোলদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত করিলে, কয়েলের মধ্য হইয়া পারদ পাত্র দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিবে। কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে কয়েলের বিভিন্ন পাকের তার গুলির মধ্যে আকর্ষণ হয়, কারণ প্রতি দুইটি করিয়া পাক ধরিলে দেখা যায় যে প্রবাহ সমান্তরাল ভাবে একই দিকে বহিতেছে। সুতরাং এই আকর্ষণ হেতু কয়েলটি সঙ্কুচিত হয় ও উহার পাকগুলি উপরদিকে উঠিয়া পড়ে, সুতরাং কয়েলের নিম্নশেষভাগটি পারদ পাত্র ছাড়িয়া যায়। তখন



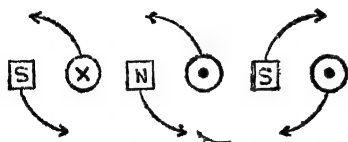
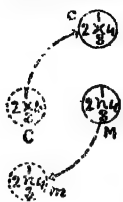
কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়, সুতরাং চিত্র—১৮৮ কয়েলটি পূর্ববৎ প্রসারিত হয় ও পুনরায় পারদ স্পর্শ করে। পারদ পাত্র স্পর্শ করিলেই আবার সঙ্কুচিত হয়, এইভাবে কয়েলটি একবার সঙ্কুচিত ও তৎক্ষণাৎ প্রসারিত হয়, অর্থাৎ ইহা যেন কাঁপিতে থাকে। সেইজন্য ইহাকে কম্পনশীল কয়েল বলে।

**প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল (Effect of magnet on current) :—**চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল দেখা গিয়াছে। তাহাতে যদি একটি তার দিয়া প্রবাহ আমাদের দিক হইতে বাহির দিকে বহিয়া যায় তাহা হইলে একটি N মেরু তারের চতুর্দিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিবে। অর্থাৎ ডাইনামো ক্রমে প্রবাহের দিকে চালাইতে হইলে ডান হাতের বুড়োঙ্গুষ্ঠ যে দিকে ঘোরে N মেরু সেইদিকে ঘুরিবে কিন্তু যদি N মেরুটিকে আটক রাখিয়া তারটিকে চলনক্ষম করা যায় (চিত্র ১৮৯) তাহা হইলে ইহা অতি সহজেই বুঝিতে পারা যায় যে আমাদের দিক হইতে বহির্দিকে বহমান প্রবাহ বিশিষ্ট তার N মেরুর চতুর্দিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে চিত্র—১৮৯





ঘুরিবে (চিত্র ১২০)। আর যদি মেরুট N না হইয়া S হয়, তাহা হইলে  
একরূপ প্রবাহ বিশিষ্ট তার ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ঘুরিবে  
(চিত্র ১২১) অথবা মেরুটিকে পরিবর্তিত না করিয়া যদি  
N মেরুই ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে বিপরীত প্রবাহ  
অর্থাৎ বাহির হইতে আমাদের দিকে আসিতেছে  
একরূপ প্রবাহ বিশিষ্ট তার ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে  
ঘুরিবে (চিত্র ১২২)। আর যদি বদলাইয়া S মেরু লওয়া  
চিত্র—১২০ হয় ও প্রবাহের দিক বদলাইয়া বাহির হইতে আমাদের দিকে



আসিতেছে একরূপ প্রবাহ  
বিশিষ্ট তার লওয়া হয়  
তাহা হইলে ঘূর্ণনের দিক  
পরিবর্তিত হইবে না, অর্থাৎ

চিত্র—১২১ চিত্র—১২২ চিত্র—১২৩ তারটি ঘড়ির কাঁটার দিকেই  
ঘুরিবে (চিত্র ১২৩)।

এখন যদি ঐ মেরুগুলির চুম্বক রাজ্য অনুমান করা যায় তাহা  
হইলে প্রতীয়মান হইবে যে তারটি যেন বলরেখাগুলিকে কাটিতেছে; এবং  
ঐ চিত্রগুলিকে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে নিম্নলিখিত “বাম হস্ত  
নিয়ম” পাওয়া যায়—

**বামহস্ত নিয়ম (Left hand rule) :—** “বামহস্তের বুদ্বাঙ্গুষ্ঠ  
ও প্রথম অঙ্গুলিকে লম্বভাবে সম্পূর্ণ প্রসারিত করিয়া দ্বিতীয় অঙ্গুলিকে  
ঐ অঙ্গুলিদ্বয়ে বা তালুদেশে লম্ব রাখিয়া প্রসারিত করিলে যদি প্রথম  
অঙ্গুলি (First finger) বলরেখার দিক ও দ্বিতীয় অঙ্গুলি প্রবাহের  
দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে বুদ্বাঙ্গুষ্ঠ (Thumb) প্রবাহ বাহী  
তারের গতির (Motion) দিক নির্দেশ করে, চিত্র—১২৪।

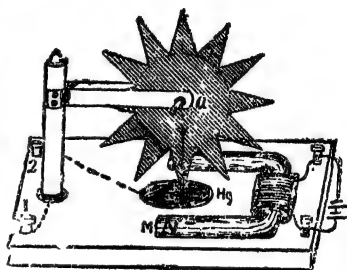
এখন যদি কোন চুম্বক রাজ্য থাকে ও তন্মধ্যে একটি প্রবাহ-

বাহী তারকে লইয়া আসা যায় তাহা হইলে তারটি এই বামহস্ত মিমমাহুযায়ী বলরেখাগুলিকে কাটিয়া চলিয়া যাইবে। প্রবাহের উপর চুম্বকের এই ফল বালোর চক্রে (Barlow's Wheel) ব্যবহার হইরাছে।



বালোর চক্র (Barlow's Wheel) :—১২৫ চিত্রে বালোর চক্র দেখান হইয়াছে। ইহাতে M একটি অক্ষক্ষুরা-কৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বক, এই চুম্বকের নেকড়ায়ের মাঝে  $H_2$  একটি পারদ পাত্র ও a একটি দন্ত চক্র বাহা চিত্র—১২৪ এরূপ ভাবে দণ্ডের উপর খাটান যে ঘুরিবার সময় খাড়া অবস্থার দাঁত পারদ স্পর্শ করে। ১ ও ২ দুইটি বন্ধন জু, ২ পারদ পাত্রের সহিত ও ১ চক্রের সহিত সংযুক্ত।

এখন যদি একটি ব্যাটারি হইতে দুইটি তার লইয়া ১ ও ২ এর সংযুক্ত সংযোগ করা হয় তাহা হইলে, চক্রটির যদি কোন দন্ত পারদ পাত্রকে স্পর্শ করিয়া থাকে, ব্যাটারি হইতে চক্রের পারদস্পর্শি দন্ত দিয়া, পারদ পাত্র দিয়া প্রবাহ

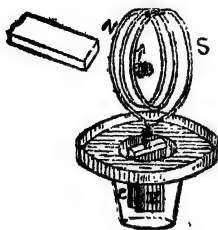


চিত্র—১২৫

বহিবে। এস্থলে যেহেতু নেকড়ায়ের মধ্যে বলরেখাগুলি ভূ-সমান্তরাল ও প্রবাহ পারদস্পর্শি খাড়াদন্তের মধ্য দিয়া যাইতেছে, (সুতরাং বলরেখা-গুলিতে লম্বভাবে আছে) প্রবাহ বহনকারী দন্তটি বলরেখা ও প্রবাহ এই দুইটিতে লম্বভাবে চালিত হইবে, অর্থাৎ বামহস্ত নিয়ম অনুযায়ী কোন একটি নির্দিষ্ট দিকে চালিত হইবে। একটি দাঁত পারদ পাত্র ছাড়িয়া গেলে প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় বটে, কিন্তু পরক্ষণেই পরবর্তী দন্তটি আসিয়া পারদ পাত্র স্পর্শ করে ও প্রবাহ বহিতে থাকে।

ও চক্রটি ঘুরিতে থাকে। এই ভাবে চুম্বক রাজ্য ও প্রবাহ দ্বারা পরিচালকের গতি পাওয়া যায়।

**ভাসমান ব্যাটারি :—**পূর্বে প্রবাহের চুম্বক গুণাবলী



দেখাইবার জন্য যে ভাসমান ব্যাটারির বিষয় লেখা হইয়াছে তাহাতে প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল দেখান হইয়াছে। সেখানে দেখা গিয়াছে যে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ S মেরু দ্বারা নিষ্কিপ্ত ও N মেরুদ্বারা আক্রান্ত হয়\* এবং বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান

প্রবাহ S মেরু দ্বারা আক্রান্ত ও N মেরু দ্বারা নিষ্কিপ্ত হয়। এবং এই ফলগুলি প্রবাহের চুম্বক গুণাবলী দ্বারা বুঝান হইয়াছে।

চিত্র—১২৬

১২৬ চিত্রে একটি রোধিত (Insulated) তারকে কয়েলের আকারে জড়াইয়া, উহার প্রান্তদ্বয়কে একটি বড় শোলার মধ্য দিয়া প্রবেশ করাইয়া একটি প্রান্ত হইতে একটি দস্তা পাত, অপরটি হইতে একটি কার্বনপ্লেট ঝুলাইয়া জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে ভাসাইয়া দিলে ভাসমান ব্যাটারি প্রস্তুত হইল। কয়েলটির নিকট একটি চুম্বক মেরু আনিলে দৃষ্ট হয় উহার এক মুখ নিষ্কিপ্ত হয়, অপর মুখ আক্রান্ত হয়—সুতরাং ব্যাটারিটি ঘুরিয়া যায়। বৃত্তাকার প্রবাহের চুম্বক গুণাবলীর বিষয় চিন্তা করিলেই উক্ত চিত্র হইতে এই আকর্ষণ ও নিষ্কিপ্তের কারণ সহজেই বুঝিতে পারা যাইবে।

প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল অর্থাৎ চুম্বক রাজ্যে প্রবাহবাহী তারের চলন অথবা তাহার বিপরীত ফল অর্থাৎ প্রবাহবাহী তারের স্থিতিবস্থা হেতু রাজ্যোৎপাদক চুম্বকের চলন মোটর নামক যন্ত্রে এবং কতকগুলি পরীক্ষক ও পরিমাপক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। উহাদের পরিচয়গুলিতে ইহাদের পুনরুল্লেখ হইবে।

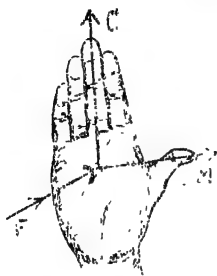
## একাদশ পরিচয় ।

**সম্ভাবিত প্রবাহ ( Induced current ) :—**চুম্বক রাজ্যে একটি প্রবাহ বাহী পরিচালক বা তার থাকিলে তাহা চালিত হয়, অর্থাৎ বলরেখাকে কাটিতে থাকে এবং এই চলনের দিক বামহস্ত নিয়মানুসারে পাওয়া যায়। এখন তাহার বিপরীত কল আলোচিত হইবে। চুম্বক রাজ্যে যদি একটি তার বা পরিচালক চলিতে থাকে বা বলরেখা কাটিতে থাকে তাহা হইলে কি ঘটিবে। চুম্বক রাজ্যে যদি একটি পরিচালক এরূপভাবে চালিত হয় যে উহা বলরেখা কাটিতে থাকে, তাহা হইলে ঐ রাজ্যে ঐ পরিচালকের মধ্যে যে রূপ প্রবাহ হেতু পরিচালকটির ঐরূপ চলন হয়, ঐরূপ চলন হেতু পরিচালকের মধ্যে তাহার বিপরীত দিকে প্রবাহ সৃষ্ট হয়। অর্থাৎ পরিচালকটির মধ্যে এরূপ দিকে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, এই উৎপন্ন প্রবাহহেতু যেন পরিচালকটি বিপরীত দিকে চালিত হয়, অর্থাৎ এই উৎপন্ন প্রবাহ পরিচালকের গতি রোধ করিবার চেষ্টা করে। চুম্বকরাজ্যে পরিচালকের গতিহেতু এই সৃষ্ট প্রবাহকে সম্ভাবিত প্রবাহ বা “ইনডিউসড কারেন্ট” ( Induced current ) বলে। এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক দক্ষিণ হস্ত নিয়মানুসারে হয়।

**দক্ষিণহস্ত নিয়ম ( Right hand rule ) :—**

(১) দক্ষিণহস্তের তালুদেশকে প্রসারিত করিয়া বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠকে অগ্র অঙ্গুলিগুলিতে লম্ব রাখিয়া যদি তালুদেশকে বলরেখার সম্মুখে এরূপ ভাবে ধরা যায় যে বলরেখাগুলি তালুদেশের উপর লম্বভাবে পতিত হয় ও বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠ পরিচালকের গতির দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে প্রবাহ অগ্র অঙ্গুলিগুলির দিকে হইবে ( চিত্র—১৯৭ )।

(২) দক্ষিণ হস্তের বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠ ও প্রথম অঙ্গুলিকে পরস্পরের সহিত লম্ব রাখিয়া সম্পূর্ণ প্রসারণ করতঃ দ্বিতীয় অঙ্গুলিকে তালুদেশের সহিত



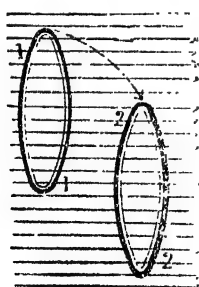
চিত্র—১১৭



চিত্র -১১৮

লম্বভাবে বাঁকাইলে—যদি প্রথম (First) অঙ্গুলি বলরেখার দিক (Field) ও বৃদ্ধাঙ্গুষ্ঠ (Thumb) পরিচালকের গতির (Motion) দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে সম্ভাবিত প্রবাহ দ্বিতীয় অঙ্গুলির দিকে হইবে, চিত্র ১১৮।

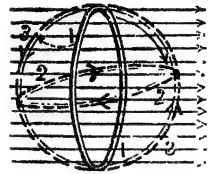
**ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবন :**—এখন যদি তারটিকে বাঁকাইয়া একটি চতুষ্কোণ পাক বা ফাঁসে পরিণত করা যায় ও এই ফাঁসটিকে চুম্বক রাজ্যে ( ১১২ চিত্রে ) প্রদর্শিত ভাবে চালিত করা হয় তাহা হইলে দেখা



চিত্র—১১২

যাইবে যে যদিও ফাঁসটি বলরেখা কাটিতেছে, উহার মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় না। কিন্তু যদি ফাঁসটি ২০০ চিত্রে দর্শিত ভাবে ১—১ অবস্থায় হইতে ২—২ বা ৩—৩ অবস্থায় চালিত হয় তাহা হইলে উহার মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে ফাঁসের বেলায় উহার মধ্য দিয়া গমনকারী বহু-রেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইলে উহার মধ্যে

প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। দক্ষিণ হস্ত নিয়ম অনুযায়ী এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যাইতে পারে। একটু চিন্তা করিলে দেখা যাইবে যে ফাঁসটির ১—১ হইতে ৩—৩ অবস্থায় ঘূর্ণনকালে ফাঁসের খড়া অংশ দ্বারা বলরেখা কর্তিত হয় কিন্তু ভূসমান্তরাল অংশদ্বয় দ্বারা বলরেখা কর্তিত হয় না। সুতরাং খড়া অংশদ্বয়েরই মধ্যে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়, ভূসমান্তরাল অংশদ্বয় কেবল মাত্র তাহাদের পরিচালক সংযোজকের কার্য করে। আরও দৃষ্ট হইবে ঘূর্ণনকালে সন্মুখ ভাগের গতি যে দিকে হয়, পশ্চাদ্ভাগের গতি তাহার বিপরীত দিকে হয়, সুতরাং সন্মুখে চিত্র—২০০।

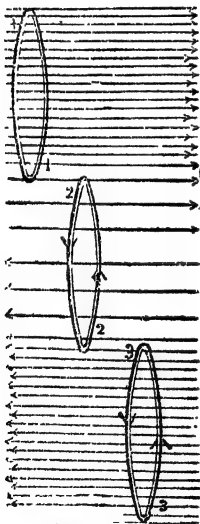


সম্ভাবিত প্রবাহের দিক বাহা হইবে, পশ্চাতে তাহার বিপরীত হইবে, অর্থাৎ সমস্ত ফাঁসটিকে অনুমান করিলে ফাঁসটির মধ্য দিয়া প্রবাহ একই দিকে ঘুরিবে। এই প্রবাহের দিকগুলি ফাঁসের গায়ে তাঁর দ্বারা দর্শিত হইরাছে। এখন যদি ফাঁসটি চতুষ্কোণ না হইয়া বৃত্তাকার হয় তাহা হইলেও উল্লিখিত যুক্তিই চলিবে এবং এতপ্রকার ফাঁসের ২০০ চিত্রে দর্শিত গতি বিবিধ হেতু কিরূপ প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে তাহা ঐ চিত্র-গুলিতে দেখান হইয়াছে।

দ্রষ্টব্য :—কোন পরিচালক বলরেখা কাটিতে থাকিলেই বা কোন ফাঁসের মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকিলেই যে প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে তাহা নহে। এ সময়ে পরিচালকের বা ফাঁসের শেষ ভাগদ্বয়ের মধ্যে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় এবং যদি বৈজ্ঞানিক পথ সম্পূর্ণ পায় তবে প্রবাহ ঘটতে পারে, নচেৎ নহে। এবং যতক্ষণ ধরিয়া বলরেখা ছেদন বা বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তন হইতে থাকে ততক্ষণ ধরিয়া ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় ও যেদিকে ই, এম, এফ, হয় সেই দিকে প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে, পরে আর ই, এম, এফ, বা প্রবাহ থাকে না।

অন্য আর একটি নিয়ম দ্বারা এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যায়,—যখন তারের পাক বা ফাঁসের মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকে তখন উহার মধ্যে একরূপ দিকে ই, এম, এফ,

ও সম্পূর্ণ পথ হইলে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, ঐ প্রবাহ হেতু ফাঁসটি  
একরূপ পাতলা চুম্বকের সামিল হইবে যে, ইহার বলরেখা দ্বারা ফাঁসের  
মধ্যে বলরেখার পরিবর্তন সংশোধিত হইয়া যেন ফাঁসের মধ্যে রাজ্যের  
পূর্বাবস্থা বজায় থাকে। অর্থাৎ যদি ফাঁসের মধ্যদ্বারা কোনরূপ  
বলরেখার সংখ্যা বাড়িতে থাকে তাহা হইলে তারের মধ্যে একরূপ দিকে  
ই, এম, এফ, ও প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে ঐ প্রবাহ হেতু পাতলা  
চুম্বকের সামিল ফাঁসটির বলরেখা পরিবর্তনশীল বলরেখার বিপরীত হইবে  
এবং যদি বলরেখার সংখ্যা কমিতে থাকে তাহা হইলে একরূপ দিকে প্রবাহ  
উৎপন্ন হইবে যেন উহা একইরূপ বলরেখা উৎপন্ন করে ও এইভাবে  
ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবনের পূর্বে যে অবস্থা ছিল পরেও সেই অবস্থা



চিত্র—২০১

রাখিবার চেষ্টা করে। ইহা হইতে ফাঁসের  
মধ্যে রাজ্যের অবস্থান্তর ঘটিবার অক্ষমতা  
প্রকাশ পাইতেছে, সেইজন্য ইহাকে “বৈদ্যুতিক  
জড়তা” (Electrical Inertia) বলে।

দ্রষ্টব্য :—ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবন হইতে হইলে  
রাজ্যের মধ্যে উহাকে যে ঘুরিতেই হইবে তাহা নহে,  
উহার গতি যেকোনই হউক না কেন, যদি ঐ গতি  
দ্বারা উহার মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা  
পরিবর্তিত হয় তাহা হইলেই উহাতে সম্ভাবন সম্ভব।  
১৯৯ চিত্রে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে সর্বত্র সমতল  
বাজ্যে একরূপ গতি দ্বারা ফাঁসের মধ্য দিয়া বলরেখার  
সংখ্যা পরিবর্তিত হয় না, সেই জন্যই সম্ভাবন হয়  
নাই। কিন্তু যদি রাজ্যের বিভিন্ন স্থানে ভেজের পার্থক্য  
থাকে তাহা হইলে একরূপ গতি দ্বারা সম্ভাবনা সম্ভব,  
চিত্র ২০১ দ্রষ্টব্য।

অতএব কোন পরিচালকের (১) যাতায়াত  
গতি (Reciprocating motion) অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে একবার একদিক  
হইতে সোজানুজি অপর দিকে যাওয়া ও তৎপরে তথা হইতে বিপরীত

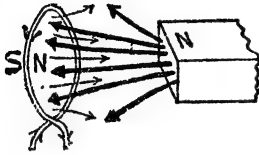
গতিতে পূর্বস্থানে ফিরিয়া আসা, বা ঘূর্ণনগতি ( Rotary motion ) অর্থাৎ সর্বদা কোন একদিকে ঘুরিতে থাকা হেতু সর্বদা বলরেখা ছেদন দ্বারা অনবরত ই, এম, এফ, ও সম্পূর্ণ পথ হইলে প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে পারে বটে, কিন্তু যাতায়াত গতি ও তাহার উপযুক্ত রাজ্য উৎপাদন করা দুঃসাধ্য বলিয়া, অনবরত ই, এম, এফ, ও প্রবাহ পাইতে হইলে সহজসাধ্য ঘূর্ণন গতি দ্বারা পাওয়া হয়, যথা, ডায়নামো। ঘূর্ণন গতিতে রাড্যের তেজ সর্বত্র সমভাব হউক বা নাই হউক তাহাতে কিছু আসে যায় না। আবার রাজ্যের মধ্যে ফাঁসের ঘূর্ণন দ্বারাই যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত করিতে হইবে তাহা নহে, ফাঁসকে ঠিক রাখিয়া রাজ্যোৎপাদক চুম্বক বা উহার সামিল কোন প্রবাহবাহী কয়েলকে দূর হইতে ফাঁসের নিকটে বা নিকট হইতে দূরে লইয়া যাইতে থাকিলে ফাঁসের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তন হেতু ই, এম, এফ, ও প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে পারে। আবার একটি ফাঁস ব্যবহার না করিয়া যদি সিরিজের সংযুক্ত কতকগুলি ফাঁস (যথা একটি কয়েল) ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ পাকের সংখ্যানুপাতে বাড়িয়া যায়, কারণ প্রত্যেক ফাঁসটিতেই ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়।

**চুম্বকদ্বারা সক্তাবন (Induction by a magnet) :—**

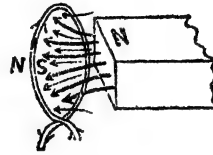
একটি চুম্বক মেরুকে কয়েলের নিকটে আনিতে বা নিকট হইতে তফাতে লইয়া যাইতে থাকিলে কয়েলের মধ্যে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। কয়েলের শেষভাগদ্বয় গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযোগ করিলে উহার মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হয় এবং কয়েল ও উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে। এই প্রবাহ হেতু গ্যালভানোমিটারের চুম্বক ঘুরিয়া যায় এবং চুম্বকের এই ঘূর্ণনের দিক হইতে প্রবাহের দিক নির্দ্ধারণ করা যাইতে পারে। এইভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে একটি N মেরুকে কয়েলের দিকে আনিতে থাকিলে, কয়েলে যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়,



তাহা চুম্বকের দিক হইতে “এন্টিক্লকওয়াইজ” (Anticlockwise) দেখায় এবং ঐ N মেরুকে কয়েলের নিকট হইতে সরাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে কয়েলের মধ্যে ক্লকওয়াইজ প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। ঠিক সেইরূপ

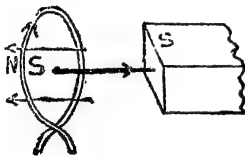


চিত্র—২০২

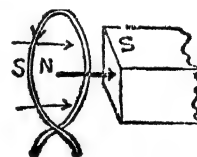


চিত্র—২০৩

একটি S মেরু লইয়া পরখ করিলে দেখা যাইবে যে মেরুটি কয়েলের নিকট অগ্রসর হইবার সময় মেরুর দিক হইতে দেখিলে কয়েলে সম্ভাবিত প্রবাহ ক্লকওয়াইজ দেখায়। এবং S মেরুটিকে কয়েলের নিকট হইতে সরাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে সম্ভাবিত প্রবাহ মেরুর দিক হইতে এন্টিক্লকওয়াইজ দেখায়। এই সম্ভাবিত প্রবাহ হেতু চুম্বকের সামিল কয়েলের বলরেখাগুলিকে সঞ্চয় রেখা দ্বারা নির্দেশ করিলে ২০২, ২০৩, ২০৪, ২০৫



চিত্র—২০৪

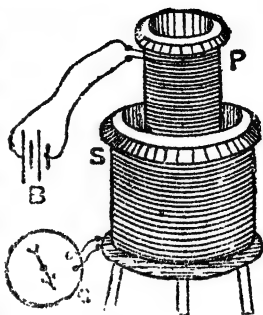


চিত্র—২০৫

চিত্রগুলি হইতে স্পষ্ট ভাবে দেখা যাইবে কিরূপে কয়েলের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যা বৃদ্ধির সময় সম্ভাবিত প্রবাহ হেতু বিপরীত বলরেখা সৃষ্ট হইয়া ও বলরেখা হ্রাসের সময় একইরূপ বলরেখা সৃষ্ট হইয়া কয়েলের মধ্যস্থ রাজ্যতেজের সমতা বা পূর্বাবস্থা বজায় রাখিবার চেষ্টা করিতেছে।

**প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা সম্ভাবন (Induction by Current carrying Coil) :—**চুম্বকের

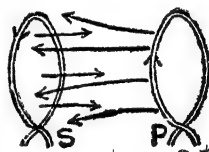
পরিবর্তে একটি প্রবাহবাহী কয়েল ব্যবহার করিলে, যেহেতু ইহা দণ্ড চুম্বকের সামিল অর্থাৎ বলরেখাদি বিষয়ে দণ্ড চুম্বকের ত্রায় ফল দেয়, ইহা দ্বিতীয় কয়েলটির মধ্যে দণ্ড চুম্বকের ত্রায় সম্ভাবন করিবে। এই প্রবাহবাহী কয়েলকে আদি বা ‘প্রাইমারী’ (Primary) কয়েল ও যে কয়েলের মধ্যে সম্ভাবন হয়



তাহাকে সেকেন্ডারী (Secondary) কয়েল চিত্র—২০৬

বলে। ২০৬চিত্রে P দ্বারা প্রাইমারী ও S দ্বারা সেকেন্ডারী দর্শিত হইয়াছে।

প্রাইমারী কয়েলকে যদি সেকেন্ডারী কয়েলের দিকে অগ্রসর বরাইতে থাকি যায় (চিত্র—২০৭) তাহা হইলে সেকেন্ডারী কয়েলে প্রাইমারী প্রবাহের বিপরীত দিকে প্রবাহ সত্ত্বত হয়, যথা,—প্রাইমারী প্রবাহ ক্লকওয়াইজ হইলে সেকেন্ডারীর সত্ত্বত প্রবাহ এন্টিক্লকওয়াইজ হয় ইহাকে বিরূপ সম্ভাবন (Inverse Current) বলে। ইহার কারণ অগ্রসর



চিত্র—২০৭

হইবার সময় প্রাইমারী প্রবাহ দ্বারা যে প্রকার বলরেখা হয় তাহাদের সংখ্যা সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে বৃদ্ধি হইতে থাকে বলিয়া রাজ্যের পূর্ষাবস্থা রক্ষণের উদ্দেশ্যে এই বলরেখা বৃদ্ধি নষ্ট করিবার মিমিত্ত বিপরীত বলরেখা সৃজন করিবার জন্ত সেকেন্ডারীতে বিপরীত প্রবাহ সত্ত্বত হয়। ঠিক সেইরূপ প্রাইমারী কয়েলকে যদি সেকেন্ডারীর নিকট হইতে সরাইয়া তফাতে লইয়া যাইতে থাকি যায়, (চিত্র—২০৮) তাহা হইলে সেকেন্ডারীর মধ্যে একই রূপ অর্থাৎ একই দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ সম্ভাবিত হয়।

ইহাকে অল্পরূপ সম্ভাবন ( Direct Current ) বলে। ইহার কারণ দূরে সরিয়া যাইবার সময় প্রাইমারী প্রবাহ হেতু যে বলরেখা



তাহাদের সংখ্যা সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে হ্রাস হইতে থাকে বলিয়া, রাজ্যের পূর্সাবস্থা রক্ষণের উদ্দেশ্যে বলরেখা হ্রাস নষ্ট করিবার নিমিত্ত ঠিক একরূপ বলরেখা সৃষ্টি করিবার জন্য সেকেন্ডারীর

চিত্র—২০৮ মধ্যে একই দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ সম্ভাবিত হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে যে “প্রাইমারী কয়েল অগ্রসরকালে বিরূপ সম্ভাবন ও দূরে সরিয়া যাইবার সময় অল্পরূপ সম্ভাবন হয়”।

এখন চুম্বক বা প্রাইমারী কয়েলকে না নাড়িয়া এক স্থানে ঠিক রাখিয়া সেকেন্ডারী কয়েলকে অগ্রসর করাইতে বা পিছাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে ঠিক পূর্বের মত সম্ভাবন ক্রিয়া ঘটিবে।

সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ :—চুম্বক রাজ্যে একটি পরিচালক পথে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত করিতে হইলে রাজ্য ও পথের মধ্যে তুলনায়, কোনটির একরূপ গতি থাকা চাই যেন পরিচালক দ্বারা অবরুদ্ধ বলরেখার সংখ্যার পরিমাণ পরিবর্তিত হয়। সুতরাং সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ বলরেখা সংখ্যা পরিবর্তনের হারের উপর নির্ভর করে। যদি কোন সময়ে বলরেখার সংখ্যা হয়  $n$  ও  $t$  সেকেন্ড পরে ঐ সংখ্যা হয়  $n'$  তাহা হইলে বলরেখা পরিবর্তন  $= n - n'$  ও এই পরিবর্তনের হার—

$$\frac{n - n'}{t}।$$

সুতরাং ই, এম, এফ,  $= \frac{n - n'}{t}$  সি, জি, এস, চুম্বক বৈদ্যুতিক একক।

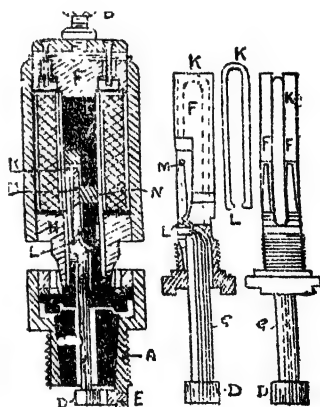
অর্থাৎ একটি ফাঁসের মধ্য দিয়া প্রতি সেকেন্ডে একটি করিয়া রেখা দ্বারা বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকিলে ১ সি, জি, এস, চুম্বক-বৈদ্যুতিক একক ই, এম, এফ, হয়। আবার যদি একটি ফাঁস না লইয়া সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি ফাঁস অর্থাৎ কয়েল লওয়া যায় তাহা



হইবে। এই বিরূপ সম্ভাবন হেতু যে বিপরীত ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভূত হইবে তাহা প্রথম পাকটির প্রবাহকে অগ্রসর হইতে বাধা দিবে, অবশ্য যতক্ষণ পর্য্যন্ত অগ্রান্ত পাকগুলিতে এই সম্ভাবন ক্রিয়া চলিতে থাকে ততক্ষণ পর্য্যন্ত ঐ ব্যাটারি বা উৎপাদক প্রেরিত প্রবাহ অগ্রসর হইতে বাধা পায়। পরে, প্রথম পাকটিতে প্রবাহ স্থিতিলাভ করিলে বলরেখার সংখ্যা এক ভাব হইয়া যায় বলিয়া সম্ভাবন ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায় ও প্রথম পাকটির প্রবাহ অগ্রসর হইতে আর বাধা পায় না। সুতরাং হহা দ্বিতীয় পাকটিতে উপস্থিত হয়। এখন প্রবাহ বিশিষ্ট দুইটি পাক হওয়া হেতু বলরেখার সংখ্যা দ্বিগুণ হইয়া যায়। সুতরাং দ্বিতীয় পাকটিতে অগ্রসর হইবার সময় পূর্বের মত অগ্রান্ত পাকগুলিতে বিরূপ সম্ভাবন হয়। ঐরূপে প্রেরিত প্রবাহ প্রত্যেক পাকটিতে স্থিতিলাভকালে সম্মুখীন অগ্রান্ত পাকগুলি হইতে ক্ষণিক বাধা প্রাপ্ত হইতে হইতে অগ্রসর হইতে থাকে ও মুহূর্তের মধ্যে সমস্ত কয়েলটিতে স্থিতি লাভ করে। তখন আর সম্ভাবন হয় না, উহা একভাবে বহিতে থাকে। কয়েলের মধ্যে ঢুকিবার সময় প্রবাহ কেবলই বাধা পাইতে থাকে বলিয়া উহার তেজ গোড়ার মুখে ক্ষণেকের জন্ত (অর্থাৎ যতক্ষণ না সমস্ত কয়েলে উহা স্থিতি লাভ করে) হ্রাস বৃদ্ধি পাইতে থাকে। সেইজন্য বৈদ্যুতিক বাতি প্রভৃতির পথে কোনস্থানে তার কয়লের মত পাকান থাকিলে, উহাদিগকে জ্বলিবার সময় জ্বইচ টিপিয়া সংযোগ করিলে বাতি একেবারেই পূর্ণতেজে জলে না, প্রথম মুখে আলোর তেজ একবার বাড়িয়া যায় ও পরক্ষণেই কমিয়া যায়—অবশ্য একরূপ খুব অল্প সময়ের জন্ত হয়, কারণ সমস্ত কয়েলটিতে প্রবাহ স্থিতিলাভ করিলেই উহা সমতেজে জ্বলিতে থাকে। এই সম্ভাবনকে সংযোগ কালীন স্বীয় সম্ভাবন (Self Induction at make) বলে। ঠিক সেইরূপ কয়েলের মধ্য দিয়া যদি প্রবাহ একবার স্থিতি লাভ করিয়া থাকে তাহা হইলে কয়েলের অন্তর্বর্তী স্থান

বলরেখাময়। এখন পণ কাটিয়া দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে যাইলে কয়েলের মধ্যে প্রবাহ নাশকালে ঐ বলরেখাগুলিও নাশ প্রাপ্ত হইবে। সুতরাং কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা হ্রাস হইতেছে। অতএব কয়েলে এখন অল্পরূপ সম্ভাবন হইবে অর্থাৎ পূর্বে যে দিকে প্রবাহ গহিতেছিল এখন ঠিক সেইদিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে (যাহাতে পূর্বে বলরেখার মত বলরেখা সৃষ্ট হইয়া বলরেখার সংখ্যা হ্রাস হইতে না পায়)। এই একই দিকে বহমান প্রবাহ পূর্বে প্রবাহ দ্বারা যে কার্য্য হইতেছিল তাহা আরও কিয়ৎকালের জন্য চালায়, সেইজন্য ইহাকে বাড়তি প্রবাহ (Extra Current) বলে। এই কারণে পূর্বোক্ত বাতির বেলায় স্ফুট উপটোয় পণ কাটিয়া দিবামাত্রই বাতি নিবিয়া যায় না, আরও কিছু অল্প সময়ের জন্য জলে ও পরে ক্রমশঃ নিবিয়া যায়। এই সম্ভাবনকে উন্মোচন কালীন স্বীয়-সম্ভাবন (Self Induction at break) বলে।

এই উন্মোচন কালীন স্বীয় সম্ভাবনের প্রয়োজনীয় ফল অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Spark) বাহা প্রায়ই পথটির ভগ্ন স্থানের বায়ুস্তরকে পার হইতে দৃষ্ট হয় এবং ইহা ইন্ধনে অগ্নিসংযোগের (Ignition) নিমিত্ত ইণ্ডাকশান কয়েল বা লো-টেনসান ম্যাগনেটোতে উৎপাদিত হয়। এই উন্মোচন বা ব্রেক কোন কোন স্থলে মেকানিক্যাল উপায়ে ও কোন কোন স্থলে ২১০ চিত্রে



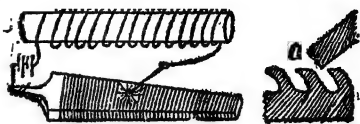
চিত্র—২১০

ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ইণ্ডাকশান প্রণালীতে অটোম্যাটিক ভাবে সাধিত হয়।

এই অগ্নিশূলিকের কারণ এই যে, এই উন্মোচনকালীন সম্ভাবন কালে যে একইদিকে বহমান প্রবাহ সৃষ্ট হয় তাহার কারণ পূর্বে যে দিকে ভোল্টেজ ছিল সম্ভাবন দ্বারা সেই দিকে ভোল্টেজ উৎপাদিত হয় এবং পথ কাটিবার সময় হঠাৎ প্রবাহ বন্ধ হইবার উপক্রম হয় বলিয়া বলরেখার দ্রুত পরিবর্তন হেতু এই সম্ভাবিত ভোল্টেজ অত্যন্ত অধিক হয় এবং ইহার সহিত পূর্বে ভোল্টেজ মিলিয়া উহা আরও কিছু পরিবর্দ্ধিত হয় এবং উন্মোচনের প্রথম অবস্থায় বিভক্ত পথের মধ্যে ব্যবধান অতি অল্প বলিয়া এই উন্নত ভোল্টেজ বা চাপ হেতু বিদ্যুৎ ভগ্নস্থানের পাতলা বায়ুস্তরের রোধকতা উল্লঙ্ঘন করিতে সক্ষম হয়। এই সময় সশব্দে অগ্নিশূলিক হয়, ইহাকে উন্মোচনকালীন অগ্নিশূলিক (Spark at break) বলে।

দ্রষ্টব্য :—অপরিচালকের রোধকতা উল্লঙ্ঘন সময় সশব্দে অগ্নিশূলিক হওয়া অর্থাৎ শব্দ, উত্তাপ, আলোক শক্তি উৎপাদিত হইবার কারণ এই যে অপরিচালকের রোধক গুণ হেতু উহার মধ্যস্থ কোন স্থানদ্বয়ের মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য বা ভোল্টেজ থাকিলেও উহা প্রবাহ রদ করিতে সক্ষম হয়। ভোল্টেজ অতিক্রম করিয়া প্রবাহ রদ করিতে হইলে উহাকে সমপরিমাণ বিপরীত চাপ (reaction or opposing influence) দিতে হয়, তজ্জন্তু উহার অবস্থান্তর (Strain) ঘটে। সুতরাং স্থানদ্বয়ের মধ্যে চাপ পার্থক্য বা ভোল্টেজ যতই বাড়িতে থাকিবে উহাদের মধ্যস্থ অপরিচালকের ততই উত্তরোত্তর অধিক পরিমাণে অবস্থান্তর ঘটিতে থাকিবে। কিন্তু অপরিচালক হিসাবে এই অবস্থান্তরের একটা অনতিক্রম্য সীমা আছে। সুতরাং সেই সীমা অতিক্রম হইয়া যায় একরূপ প্রকারের ভোল্টেজ হইলে উহা আর সহ্য করিতে পারে না, উহার রোধ-ক্ষমতা ভগ্ন হয় ও বিদ্যুৎ বেগ উল্লঙ্ঘন করে। এই রোধ-ক্ষমতা ভগ্নকালে শব্দ হয় যেমন ফুটবলের ব্লাডারের মধ্যে ক্রমশঃ বায়ু প্রবেশ করাইতে থাকিলে উহার অন্তর্ভাগ ও বহির্ভাগের মধ্যে চাপ পার্থক্য ঘটিতে থাকে ও তজ্জন্তু উহার অবস্থান্তর ঘটিতে থাকে অর্থাৎ উহা কুণ্ঠিত থাকে এবং এই অবস্থান্তর হেতু উহার মধ্যস্থ বায়ুকে উট্টাদিকে চাপ দিয়া আটক করিয়া রাখিতে সক্ষম হয়। কিন্তু যখন উহা ফুলিবার সীমায় পৌঁছায়, তখন ভিতরের বায়ুর চাপ একটু বাড়িলেই আর উহা আটকাইতে সক্ষম হয় না, বায়ু উহাকে ফাটাইয়া অর্থাৎ উহার আটক করিবার ক্ষমতাকে ভগ্ন করিয়া সশব্দে নির্গত হইয়া যায়। অপরিচালকের রোধ ক্ষমতা ভগ্নকালে ইহার অন্তর্গত অত্যন্ত আলোড়িত হওয়া হেতু উহা এত উত্তপ্ত হয় যে তাহাতে তারের শেষ ফাগ বাস্পীভূত হইয়া তারদ্বয়ের শেষ ভাগদ্বয়ের মধ্যে বাস্পীয় ধাতব পথ উৎপন্ন করে—এই প্রজ্জ্বলিত ধাতব বাস্পই স্পার্ক বা অগ্নিশূলিকরূপে দৃষ্ট হয়।

পর্যায় :—২১১ চিত্রে লোহে জড়ান একটি কয়েলের, এক শেষভাগ ব্যাটারির একটি পোলে সংযুক্ত, ব্যাটারির অপর পোল একটি উকার (File) সহিত সংযুক্ত। এখন কয়েলের অপর প্রান্ত হইতে একটি তার লইয়া উকার উপর দিয়া ঘষিয়া টানিয়া গেলে দেখা যাইবে যে

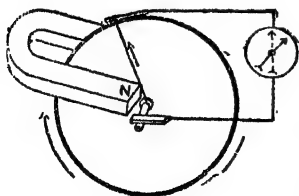


চিত্র—২১১

স্পার্ক হইতে থাকে এবং লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে তারটি উকার করাতের মত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দাঁতগুলিকে স্পর্শ করিবার সময় স্পার্ক হয় না, ছাড়িয়া যাইবার সময় স্পার্ক হয়, যেমন a চিহ্নিত স্থানে উকার বর্দ্ধিত আকারে ছেদিত দৃশ্য দ্বারা দেখান হইয়াছে। ইহার কারণ সহজেই দেখা যাইতেছে যে একটি দাঁতকে স্পর্শ করিবার কালে স্বীয় বিকল্প সম্ভাবন হয় ও স্পর্শ করিবার পর তাগ করিবার কালে স্বীয় অনুরূপ সম্ভাবন হয়।

**লেনজের সূত্র (Lenz's Law)** “যে কোন প্রকার বৈদ্যুতিক সম্ভাবনের সময় সম্ভাবিত প্রবাহের দিক এরূপ হয় যে চুম্বক রাজ্যে পরিচালকের যেকোন গতি হেতু এই প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, এইরূপ (সম্ভাবিত) প্রবাহ হেতু ঐ রাজ্যে কোন পরিচালকের তাহার বিপরীত গতি হয়”। ইহাকে লেনজের সূত্র বলে। ইহার পুনরুল্লেখ করা হইল কারণ ডায়নামোতে আমেরচারের প্রতিক্রিয়া (Reaction) বলিতে ইহাকেই বুঝায়। অতএব সম্ভাবিত প্রবাহ পরিচালকের গতিরোধ করিবার চেষ্টা করে। ইহা নিম্নলিখিত পরীক্ষণগুলি হইতে দেখা যায়।

পথ্য :—(১) বাল্গের হইলে যদি ব্যাটারির পরিবর্তে একটি গ্যালভানোমিটার



চিত্র—২১২

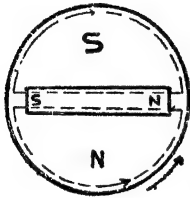
ব্যবহার করা যায় ও হইল বা চক্রকে ঘুরাইতে থাকা যায়, তাহা হইলে দেখা যাইবে যে তাহা প্রবাহ সম্ভাবিত হয় ও তৎক্ষণাত্ গ্যালভানোমিটারের চুম্বক ঘুরিয়া যায়। চুম্বকের এই ঘূর্ণন হইতে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নিরূপণ ক্রিয়াক্রমে দৃষ্ট হইবে যে সম্ভূত প্রবাহ একদিকে হইয়াছে যে যদি ব্যাটারি দ্বারা এই দিকে প্রবাহ দেওয়া যাইত তাহা হইলে চক্রটি বিপরীত দিকে ঘুরিত।



(২) একটি খুব তেজসাল ক্ষণক্ষুরাকৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি তাম্রপাতকে যদি আড়াআড়ি দিকে টানা যায় অর্থাৎ যেন পাতটি বলরেখা কাটিতে থাকে, তাহা হইলে বোধ হইবে পাতটি যেন কোন ঘন পদার্থের মধ্য দিয়া কাটিয়া যাইতেছে।

(৩) একটি খুব তেজসাল অক্ষক্ষুরাকৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি তাম্র তালকে স্থতা বাঁধিয়া বুলাইয়া দিয়া স্থতাটিকে পাকাইলে দৃষ্ট হইবে যে তাম্র তালটি ঘুরিতেছে না, অথবা যদিও ঘোরে তাহা অতি আন্তে আন্তে। কিন্তু প্রবাহ বন্ধ করিয়া দিলে চুম্বক প্রায় নষ্ট হইয়া যায় ও তখন স্থতাটিকে পাকাইলে তালটি দ্রুত ঘুরিতে থাকে।

(৪) আরাগোর চাকতি (Arago's Disc) যন্ত্রটিতে চুম্বক হলের নীচে তাম্র



চাকতিকে কোনদিকে ঘুরাইলে চুম্বকটিও সেইদিকে ঘোরে, তদ্বারাও এই ফল প্রকাশ পায়। অতএব চুম্বকরাজ্যে কোন প্রকার প্রতি দ্বারা বলরেখা কাটিবার সময়ে পরিচালকদের মধ্যে একপ প্রবাহ সঞ্চিত হয় যে ঐ সঞ্চিত প্রবাহ হেতু ঐ রাজ্যে পরিচালকের বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রবৃত্তি হয়। ইহাকেই ডায়নামোর আমেচার বি-একসান (reaction) বলে।

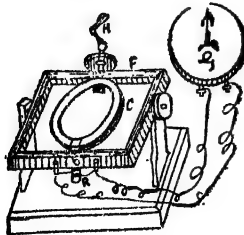
চিত্র—২১০

যায় সম্ভাবনহীন করিলে :—একটি তারকে মাঝখানে দুই ভাঁজে মুড়িয়া করিলে যার সম্ভাবন হইতে পায় না, কারণ, ইহাতে সর্বত্র সর্বদা দুই বিপরীত দিকে প্রবাহ বহে, হুতরাং চুম্বকরাজ্য সৃষ্ট হয় না, ২১৪ চিত্র।



চিত্র—২১৪

ভূচুম্বক দ্বারা সম্ভাবন :—২১৫ চিত্রে দর্শিত যন্ত্রটির H হ্যাণ্ডেলটি ঘুরাইতে



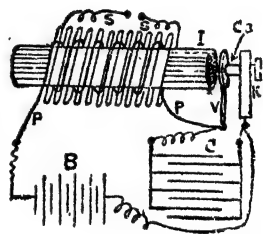
চিত্র—২১৫

থাকিলে করিলে বিশিষ্ট গোলাকার C ফলটি ঘুরিতে থাকে ও F R চিহ্নিত চৌক ফলটিকে ঘুরাইয়া ঠিক ভাবে সেট করিতে পারিলে অর্থাৎ যেন পৃথিবীর চুম্বক বলরেখাগুলি উহার মধ্য দিয়া লম্বভাবে যায়, C করিলে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় এবং তাহা গ্যালভানোমিটারের সাহায্যে দৃষ্ট হইতে পারে। অবশ্য R চিহ্নিত স্থানে কয়েলটির শেষ ভাগদ্বয় একপ ভাবে স্থাপিত যে সূর্যন কালে যেন সর্বদাই তারদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ থাকে।

## দ্বাদশ পরিচয়।

এখন আমরা একটি সম্ভাবন যন্ত্রের উল্লেখ করিব, ইহাকে ট্রান্সফর্মার বলে। ইহার কার্য ভোল্টেজ হ্রাসবৃদ্ধি করা। সচরাচর যে সকল ট্রান্সফর্মারে অগ্নিস্ফুলিঙ্গের নিমিত্ত ভোল্টেজ বাড়ান হয় তাহাকে ইণ্ডাকশান কয়েল বলে এবং যে গুলিতে অল্প কোন কার্যের জন্য, যথা, দূরস্থানে শক্তি সরবরাহে অপচয় কমাইবার জন্য, ভোল্টেজ বৃদ্ধি বা প্রয়োজন অনুসারে হ্রাস করা হয় তাহাদিগকে ট্রান্সফর্মার বলে।

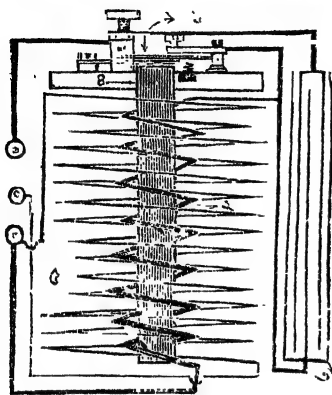
**ইণ্ডাকশান কয়েল—ভাইব্রেটিং (Induction Coil, Vibrating):**—২১৬ চিত্রে ভাইব্রেটিং ইণ্ডাকশান কয়েলের কাঠাম ও ২১৭ চিত্রে উহার আভ্যন্তরিক গঠন দেখান হইয়াছে। ইহা কন্টিনিউয়াস কারেন্ট, যথা, ব্যাটারির সহিত ব্যবহৃত হইতে পারে আবার অলটারনেটিং কারেন্টের সহিতও ব্যবহৃত হয়, যথা, ফোর্ড গাড়িতে।



চিত্র—২১৬

**প্রাইমারী কয়েল ও লৌহখণ্ড—**২১৬ চিত্রে P প্রাইমারী কয়েলটি মোটা তারের অল্পসংখ্যক পাকবিশিষ্ট এবং ইহা I লৌহখণ্ডটির উপর জড়ান ও ইহার শেষভাগদ্বয় ৪—৬ ভোল্ট ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত করিতে হয়। প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে এই লৌহখণ্ডটি (I) ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে প্রাইমারী কয়েল দিয়া প্রবাহ যাইতে থাকিলে যে বলরেখা উৎপন্ন হয় তাহাদের সংখ্যা এই লৌহটি থাকা হেতু অত্যধিক পরিমাণে বাড়িয়া যায়, সুতরাং অত্যন্ত প্রখর রাজ্য সৃষ্ট হয় ও প্রাইমারী কয়েলের প্রবাহ বন্ধকালে এই অত্যধিক সংখ্যক বলরেখা হঠাৎ নাশ প্রাপ্ত

হয়, স্রুতরাং সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়া যায়। এবং কয়েলটি ভাইব্রেটিং কয়েল হইলে ইহার দ্বিতীয় উদ্দেশ্য এই যে প্রাইমারী কয়েলে প্রবাহ হেতু



অংশাবলী—

- ১। ট্রেমলার স্প্রিং।
- ২। আডজাস্টিং স্ক্রু।
- ৩। কন্ডেন্সার।
- ৪। আরমেচার কোর্।
- ৫। সেকেন্ডারী কয়েল।
- ৬। প্রাইমারী কয়েল।
- ৭। টার্মিনালস্।

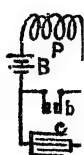
চিত্র—২১৭

চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইলে V ট্রেমলার স্প্রিংকে নিজের উপর টানিয়া লয় ও এই ভাবে V ও K এর মধ্যে বিচ্ছেদ ঘটাইয়া ব্যাটারি হইতে প্রাইমারী কয়েলের পথ বিচ্ছিন্ন করিয়া দেয়। স্রুতরাং তখন ব্যাটারি হইতে প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে আর প্রবাহ যাইতে পারে না, উহা প্রবাহ হীন হয় ও I লৌহ খণ্ডটির চুম্বকত্বনাশ হয়, অতএব I আর Vকে টানিয়া রাখিতে পারে না, V পূর্বস্থানে ফিরিয়া আসে অর্থাৎ Kএর সংস্পর্শে আসে এবং প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে পথ সম্পূর্ণ করিয়া পুনরায় প্রাইমারীর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহায় ও উক্তপ্রকার কার্যাবলী পুনঃ পুনঃ ঘটিতে থাকে। অতএব লৌহখণ্ডটি ঐ স্প্রিং এর সাহায্যে অনবরত ব্যাটারির সহিত প্রাইমারী কয়েলের বোগাবোগ ঘটাইতে থাকে অর্থাৎ ইহা “অটোম্যাটিক কন্ট্যাক্ট মেকার ও ব্রেকার” (Automatic Contact maker and breaker)। কয়েলটির কার্যকালে V স্প্রিংটি অনবরত একবার লৌহের নিকট ও তৎপরেই K এর নিকট দ্রুত আসিতে থাকে

বলিয়া উহাকে লৌহ ও Kএর মধ্যে ছলিতে দৃষ্ট হয়, সেইজন্য ইহাকে কম্পনশীল বা ভাইব্রেটিং কয়েল বলে। এস্থলে দৃষ্ট হইবে যে I লৌহ খণ্ডটিকে একটি নিরেট লৌহে নির্মিত না করিয়া অনেকগুলি সরু সরু লম্বা লৌহের রোধিত তার বা পাত একত্র করিয়া প্রস্তুত করা হয়। তাহার কারণ—প্রাইমারী কয়েলে প্রবাহের পরিবর্তন ঘটিতে থাকে বলিয়া লৌহ খণ্ডটির মধ্যে বলরেখা সংখ্যার পরিবর্তন হইতে থাকে, সুতরাং ইহাতে (গাত্র) প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ইহাকে গাত্র-প্রবাহ বা এডিকারেন্ট (Eddy Current) বা ফুকো কারেন্ট (Foucolt Current) বলে।

লৌহটি নিরেট হইলে বাধা অল্প বলিয়া এডিকারেন্টের বেগ অত্যন্ত অধিক হইবে তজ্জন্ম লৌহটি অত্যন্ত গরম হইবে এবং অত্যাগ্র আপত্তিকর ফলের মধ্যে ইহার “পারমিয়েবিলিটি” কমিয়া যাইবে সুতরাং সম্ভাবনের তীব্রতা কমিয়া যাইবে। কিন্তু যদি ঐরূপ অনেকগুলি ইনসুলেটেড লৌহের তার বা পাত দ্বারা গঠিত হয় তাহা হইলে চুম্বক পথের কোন ব্যাঘাত ঘটে না, পরন্তু তারগুলি সরু বলিয়া এডিকারেন্টের বেগ অল্প হয়, সুতরাং উহা আর অধিক গরম হইতে পারে না।

**কণ্ডেন্সার :—**২১৬ চিত্র হইতে দেখা যাইবে যে কণ্ডেনসারটি একপভাবে সংযুক্ত হয় যেন V ও Kএর মধ্যে পথের বিচ্ছেদ ঘটিলে বিচ্ছেদ হেতু প্রবাহ বহিবার অভাব ইহার দ্বারা মোচন হয়। অর্থাৎ বিচ্ছেদ-কালে প্রাইমারী কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের সহিত ব্যাটারি ও কণ্ডেনসার সিরিজে সংযুক্ত হয়, কিন্তু বিচ্ছেদেব ব্যবধান ও কণ্ডেনসার পারালালভাবে



চিত্র ২১৮

সংযুক্ত থাকে, ২১৮ চিত্র। কণ্ডেনসার ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে V ও Kএর মধ্যে, প্রাইমারী কয়েলের পথ বিচ্ছেদকালে, ব্রেক স্পার্ক হয়। যদি এই ব্রেকস্পার্ক ঘটে তাহা হইলে সেকেন্ডারী কয়েলে সম্ভাবন ক্রিয়ার তীব্রতা কমিয়া যায়, আর V ও Kএর ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই নিমিত্ত ঐ ব্রেকস্পার্ক রদ বা হ্রাস

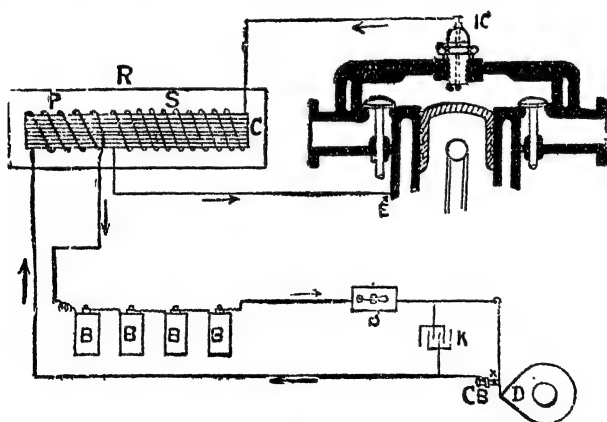
করিবার জন্য কণ্ডেনসারটি ঐ ভাবে সংযুক্ত হয়, যাহাতে বিচ্ছেদকালে প্রাইমারী কয়েলের অত্যধিক চাপের প্রবাহ বিচ্ছিন্ন স্থানকে লাকাইয়া প্রবাহিত না হইয়া কণ্ডেনসারকে চার্জ করে অর্থাৎ উহার মধ্যে সঞ্চিত হয়; কিন্তু যেহেতু এখনও কণ্ডেনসারের পাতগুলি প্রাইমারী কয়েল ও ব্যাটারির মধ্য দিয়া সংযুক্ত, ইহা সঙ্গে সঙ্গেই প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে বপরীত দিক দিয়া প্রবাহিত করাইয়া বিদ্যুৎহীন হয়। অতএব দেখা যায় কণ্ডেনসার স্প্রিংএর দ্বারা কার্য্য করে। কণ্ডেনসার হইতে প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে প্রেরিত এই বিপরীতদিকের প্রবাহ লৌহখণ্ডটির অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে একেবারে নষ্ট করিয়া দেয়, সুতরাং V স্প্রিংটি অতি অল্প সময়ের মধ্যে লৌহখণ্ডকে ছাড়িয়া চলিয়া যায় এবং ব্যাটারি ও প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে সংযোজন পুনরায় স্থাপন করে ও এইভাবে বিচ্ছেদ ও সংযোজন ক্রিয়া দ্রুত ঘটাইতে থাকে।

**সেকেন্ডারী কয়েল—**ইহা প্রাইমারী কয়েলের উপরে জড়ান হয় এবং ইহার শেষভাগদ্বয় S ও S' বাহিরে রাখা হয়। প্রাইমারী কয়েলের পাক সংখ্যার সহিত তুলনায় ইহার পাকসংখ্যা যতগুলি অধিক হইবে ইহাতে ততগুলি অধিক ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়। যেহেতু শক্তি সৃজন বা নাশ করা যায় না, প্রাইমারী কয়েলের শক্তি পরিমাণ সেকেন্ডারী কয়েলের শক্তি পরিমাণের সহিত সমান এবং এই বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাণ  $C \times E$ , সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলে ভোল্টেজ যত অধিক হয়, উহাতে প্রবাহ তত কম হয়, অতএব খুব সল্প তার ব্যবহার করা যায়। সচরাচর সেকেন্ডারী কয়েলের পাকসংখ্যা খুব অধিক হয় বলিয়া স্তরের পর স্তর জড়াইতে হয় এবং তাহাদিগকে খুব ভালভাবে ইনসুলেট করিতে হয়।

**কয়েলের কার্য্যাবলী:—**ব্যাটারির সহিত প্রাইমারী কয়েলকে সংযোগ করিয়া প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইবার সময় প্রাইমারী কয়েলে বিরূপ সম্ভাবন হইতে থাকে, সুতরাং প্রাইমারী

কয়েলের ভোল্টেজ খুব অধিক হয় না। সেকেন্ডারী কয়েলেও সম্ভাবন হেতু ই, এম, এফ, থাকে বটে এবং পথ সম্পূর্ণ পাইলে প্রবাহও হইতে পারে, কিন্তু এই ই, এম, এফ, এত অধিক হয় না যে S ও S' স্থানে ব্যবধানকে প্রবাহ উল্লঙ্ঘন করে। সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলে এ অবস্থায় কোন প্রবাহ হয় না। কিন্তু যখন প্রাইমারী কয়েলে ব্রেক বা পথের বিচ্ছেদ ঘটে তখন অল্পরূপ সম্ভাবন হেতু প্রাইমারীর ভোল্টেজ ও প্রবাহ খুব

বাড়িয়া যায় (ইহা Helmholtz এর  $C = \frac{E}{R} [1 - e^{-\frac{RT}{L}}]$  এই নিয়ম হইতে পাওয়া যাইতে পারে), এবং তখন সেকেন্ডারী কয়েলের সম্ভাবিত ভোল্টেজ এত অধিক হয় যে এই পথের কোন স্থানে (যথা S ও S') যদি বিচ্ছেদ ব্যবধান থাকে তাহা হইলে বিদ্যুৎ ঐ ব্যবধান উল্লঙ্ঘন করিয়া প্রবাহিত হইতে পারে। অবশ্য সেকেন্ডারীতে সম্ভাবিত ই, এম, এফ,



চিত্র—২১২

এর পরিমাণ যত বর্দ্ধিত করিতে হইবে প্রাইমারী কয়েলের পাক-সংখ্যার সহিত তুলনায় উহার পাকসংখ্যাকে ততগুণ অধিক করিতে হইবে। প্রাইমারী

কয়েলের ব্রেকের সময় উহার বর্দ্ধিত চাপের প্রবাহ বাহাতে বিচ্ছেদ স্থানকে উল্লঙ্ঘন করিয়া প্রবাহিত না হয় তজ্জন্ত কণ্ডেনসার ব্যবহৃত হয়।

**নন ভাইব্রেটিং কয়েল ( Nonvibrating Coil ) :—**  
ইহাতে প্রাইমারী কয়েল ও ব্যাটারীর সহিত সংযোগ ও বিচ্ছেদ লৌহটির চুম্বকত্ব প্রাপ্তি দ্বারা আপনা আপনি সাধিত হয় না, ইহাতে একটি ক্যামের সাহায্যে ঐ কার্য সাধিত হয়। চিত্রে D ক্যামের দর্শিত অবস্থায় স্পার্ক হয় না, উহা কন্ট্যাক্ট পয়েন্টকে ছাড়িয়া যাইবার সময় স্পার্ক হয়, চিত্র—২১৯।

কয়েল সম্বন্ধীয় অগ্রাণু বিষয় “মোটর শিক্ষকে” দ্রষ্টব্য।

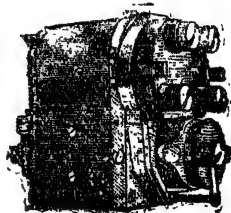
**পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার ( Transformer ) :—**  
দুইটি কয়েল ও একটি লৌহখণ্ডের সাহায্যে একটি কয়েলের অল্প চাপের অধিক প্রবাহকে, সম্ভাবন দ্বারা, অপর কয়েলে অধিক চাপের অল্প প্রবাহে পরিণত করা যায় বা ইহার বিপরীত অবস্থা সাধিত হইতে পারে এবং এই সম্ভাবন ক্রিয়া সম্ভাবপ্রবাহ কালে মেক ও ব্রেকের সময় হয় বলিয়া কন্ট্যাক্ট মেকার ও ব্রেকারের প্রয়োজন হয়, যথা ইণ্ডাকশান কয়েলে। কিন্তু দিক পরিবর্তনশীল ( alternating ) প্রবাহ হইলে তাহার প্রয়োজন হয় না।

প্রবাহ হইতে উদ্ভূত উত্তাপ (  $H = C^2 R$  ) প্রবাহের বর্গ অনুযায়ী হয়। সুতরাং প্রবাহ বেগ অধিক হইলে অধিক পরিমাণ শক্তি উত্তাপে পরিণত হইয়া অপচয় হইয়া যায়। এইজন্ত একস্থান হইতে অপরস্থানে শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে যদি কম চাপের অধিক প্রবাহ প্রয়োজন হয় এবং ঠিক এরূপ শক্তিই উৎপাদিত হয় তাহা হইলে পথে তাহাকে অধিক চাপের কম প্রবাহে পরিণত করা হয়, বাহাতে শক্তির অপচয় কম হয়, এবং শক্তি ব্যয়ের স্থানে পুনরায় তাহাকে প্রয়োজন মত কম চাপের অধিক প্রবাহে পুনঃ পরিণত করিয়া লওয়া হয়। অবশ্য এরূপ পরিবর্তন কালে কিছু শক্তি ব্যয় হইয়া যাইতে পারে বটে, কিন্তু এরূপ পরিবর্তন না করিলে যে ক্ষতি হইত তাহার তুলনায় ইহা অতি অল্প।

এইরূপে অধিক চাপের কম প্রবাহে পরিণত করিবার অপরা একটা সুবিধা এই যে প্রবাহ কম বলিয়া সৰু তার ব্যবহার করা চলে, সুতরাং তারের খরচা কম হয়। বখা :—

কোন স্থানে হয়ত ৪৪০ ভোল্টে ১২ আমপেয়ার প্রবাহ প্রয়োজন এবং ইহা ১০ মাইল দূর হইতে সরবরাহ করিতে হইবে ও তথায় যেন ঠিক এইরূপই উৎপাদিত হইতেছে। এই দশ মাইল পথ লইয়া যাইবার জন্য উৎপাদন স্থানে পরিবর্তকের সাহায্যে ইহাকে ৫২৮০ ভোল্টের ১ আমপেয়ার প্রবাহে পরিণত করিয়া পুনরায় শক্তি ব্যয়ের স্থানে ইহাকে ৪৪০ ভোল্টে ১২ আমপেয়ার প্রবাহ করা যাইতে পারে। অতএব দেখা যাইতেছে যে ট্রান্সফরমারের কার্য ইণ্ডাক্সান্ কয়েলের দ্বারা, কেবলমাত্র প্রভেদ এই যে ট্রান্সফরমার সচরাচর অলটার্ণেটিং কারেন্টের ভোলটেজ বৃদ্ধি (Step up) বা ভোলটেজ হ্রাস (Step down) করিবার জন্য ব্যবহৃত হয় কিন্তু ইণ্ডাক্সান কয়েলে ভোলটেজকে এরূপ বর্দ্ধিত করা হয় যেন স্পার্ক হয় এবং ইহা অলটার্ণেটিং ও কন্টিনিউয়াস উভয় প্রকার কারেন্টের সহিত ব্যবহার হয়—কেবলমাত্র কন্টিনিউয়াস কারেন্টের সময় কণ্ট্যাক্টমেকার ও ব্রেকার প্রয়োজন হয়।

**ম্যাগনেটো :—**যেমন প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী ব্যাটারি হইতে প্রবাহ পাওয়া যায় সেইরূপ ম্যাগনেটো (২২০ চিত্র) ও ডায়নামো হইতে প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে। ডায়নামোর সহিত ম্যাগনেটোর কার্যের বিশেষ পার্থক্য নাই—ডায়নামোর রাজ্য-চুম্বক অস্থায়ী কিন্তু ম্যাগনেটোর চুম্বক স্থায়ী।

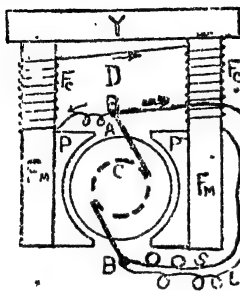


চিত্র—২২০

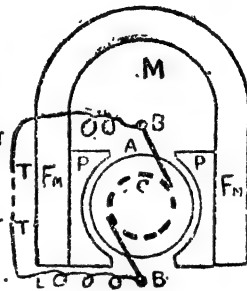
২২১ চিত্রের ডায়নামো ও ২২২ চিত্রে ম্যাগনেটোর গঠন দর্শিত হইল। এখন ম্যাগনেটোর বিষয় বলা হইবে।



ম্যাগনেটের কার্যাবলী বুঝিবার প্রয়োজনীয় অংশ ২২৩-২৩০ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে একটি অশুষ্করাকৃতি স্থায়ী চুম্বকের দুইটা মেরু  $\odot ABC$  একটি



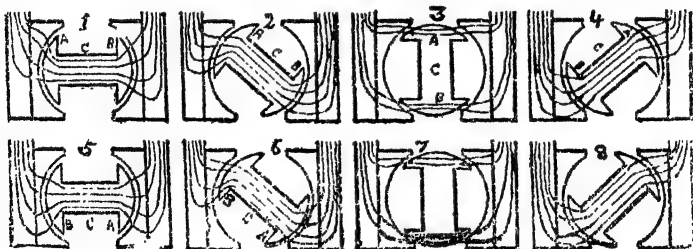
চিত্র—২২১



চিত্র—২২২

H আকৃতি লৌহখণ্ডে (Siemen's H armature) তার জড়ান আছে।

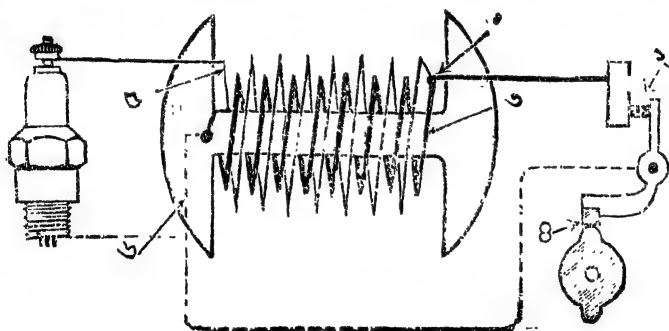
কয়েল সহ আর্মচারটা চুম্বকের নরদ্বয়ের মাঝে ঘুরিতে থাকিলে, আর্মচার ABC এর মধ্যে বলরেখার অবস্থা কিরূপে পরিবর্তন হয় তাহা



চিত্র—২২৩—২৩০।

২২৩ হইতে ২৩০ চিত্র সাহায্যে কতকটা ধারণা করা যায়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে ১ ও ২ অবস্থার মধ্যে আর্মচারের B অংশের মধ্যে স্তূত্রাং কয়েল এর মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় না, কিন্তু ২ হইতে ৪ অবস্থায়

হাইলেই কয়েলের মধ্য দিয়া বলরেখার দিক বিপরীত হইয়া বায় এবং দৃষ্ট হইবে এই দুই অবস্থার মাঝামাঝি ৩ অবস্থায় কয়েলের মধ্য দিয়া কোন বলরেখা যায় না, উহারা A ও C অংশদ্বয় দিয়া একমেরু হইতে অপর মেরুতে যায়। সুতরাং এইস্থানে কয়েলের মধ্যে সম্ভাবন হয় (ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় এবং সম্পূর্ণ পথ পাইলে প্রবাহ উৎপন্ন হয়)। এই সম্ভাবন হইবামাত্র যদি পথের বিচ্ছেদ ঘটান যায় (কণ্ট্যাক্ট ব্রেকারের সাহায্যে) তাহা হইলে বিচ্ছেদ কালীন স্বীয় সম্ভাবন দ্বারা ভোলটেজ পরিবর্দ্ধিত হয় এবং লো-টেনসান ম্যাগনেটো হইলে বিচ্ছেদ স্থানের অগ্নিস্ফুলিঙ্গ কার্যে ব্যাহত হয়। হাই-টেনসান ম্যাগনেটোতে ইণ্ডাকসান কয়েলের মত দুইটী কয়েল আশ্রোচায়ে জড়ান থাকে, চিত্র ২৩১। একটিকে প্রাইমারী বলে, ইহা অপেক্ষাকৃত মোটা তারের ও অল্পসংখ্যক পাক বিশিষ্ট,



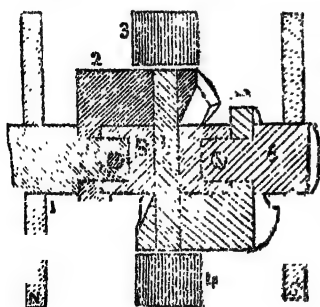
চিত্র—২৩১

অপরটিকে সেকেন্ডারী বলে, ইহা অপেক্ষাকৃত সরু তারের ও অধিকসংখ্যক পাক বিশিষ্ট, এবং সেকেন্ডারীটী প্রাইমারীর উপরে জড়ান হয়। ইহার কার্যপ্রণালী অবিকল ইণ্ডাকসান কয়েলের মত, প্রভেদ এই যে, ইণ্ডাকসান কয়েলে বাহ্যিক হইতে (যথা কোন ব্যাটারি হইতে) প্রবাহ সরবরাহ হয়, কিন্তু ইহাতে; সম্ভাবন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়। অতএব ৩ অবস্থায়

সম্ভাবন হইবামাত্র প্রাইমারী কয়েলের বিচ্ছেদ স্থানের বিচ্ছেদকালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ কণ্ডেন্সার দ্বারা রদ করা হয়, ও সেকেন্ডারী কয়েলে অত্যধিক ভোলটেজ সম্ভাবিত হয় ও তৎক্ষণাত সেকেন্ডারী কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়। এই অত্যধিক ভোলটেজ হেতু স্পার্ক হয় বলিয়া ইহাকে হাই-টেনসান ম্যাগনেটো বলে এবং সেকেন্ডারী কয়েলকে কেহ কেহ হাই-টেনসান কয়েল বলে। উল্লিখিত চিত্র জুলিতে আরও দৃষ্ট হইবে যে ৭ অবস্থায় এইপ্রকার সম্ভাবন হয়, তবে প্রবাহ বিপরীত দিকে উৎপন্ন হয়—অর্থাৎ ইহাতে অলটার্ণেটিং কারেন্ট সৃষ্ট হয়, কিন্তু তাহাতে কার্যের কোন হানি হয় না, কারণ কেবল মাত্র—অগ্নিস্ফুলিঙ্গ প্রয়োজন। অতএব দেখা যাইতেছে যে আর্মেচারের একবার ঘূর্ণনে দুইবার ফলদায়ক সম্ভাবন হইয়া দুইবার অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়।

সচরাচর সেকেন্ডারী কয়েলের আভ্যন্তরিক শেষভাগ প্রাইমারীর একশেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত হয়, প্রাইমারীর অপর শেষভাগ আর্মেচারের লৌহখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়, স্তত্রাং ম্যাগনেটোর লৌহ বা বডি (শরীর) সেকেন্ডারীর এক শেষভাগ ও উহার বাহ্যিক শেষভাগটী অপর শেষভাগ।

উপরে যে প্রকার ম্যাগনেটো বর্ণিত হইল তাহাতে আর্মেচার ঘোরে ও



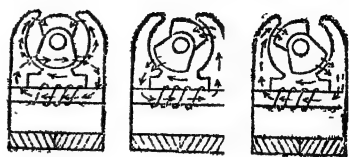
চিত্র—২৩২

চুম্বকপোল স্থির থাকে,—‘রোটের্ণিং আর্মেচার টাইপ’ (Rotating armature type)। কোন কোন ম্যাগনেটোতে আর্মেচার স্থির থাকে, চুম্বক পোল ঘোরে, তাহাকে ‘পোলার ইন্ডাক্টর টাইপ’ (Polar Inductor type) বলে, ইহার ছন্দ-দৃষ্ট :

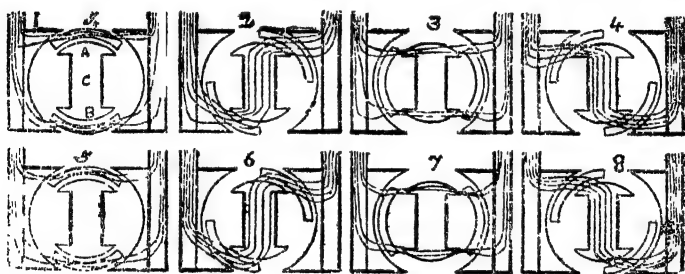
২৩২ ও ২৩৩ চিত্রে দর্শিত হইল।

২৩২ চিত্রে বলরেখাগুলি কিরূপ পথ দিয়া গমনাগমন করিতেছে তাহা দর্শিত।

হইয়াছে এবং ঐ চিত্রগুলি হইতে সম্ভাবন কোন সময়ে ঘটে তাহা সহজেই বুঝিতে পারা যাইবে। ২৩৩ চিত্রে ঘূর্ণনশীল অংশটার ছেদ-দৃশ্য দর্শিত হইয়াছে। ইহার মধ্য দিয়া বলরেখার পথ একটি পোল হইতে ১—২—৩—৪—৫—৬ হইতে অপর পোল। B ও b পিত্তল পণ্ড যাহা দ্বারা ২ ও ৫ চিহ্নিত লৌহপণ্ড। চিত্র—২৩৩ (ক, খ, গ)



দ্বয় আবদ্ধ। আবার কোন কোন ম্যাগনেটোর পোল ও আশ্মেচার উভয়েই স্থির থাকে, উহাদের অন্তরা একজোড়া বক্র U-আকৃতি লৌহপণ্ড (Sleeve)

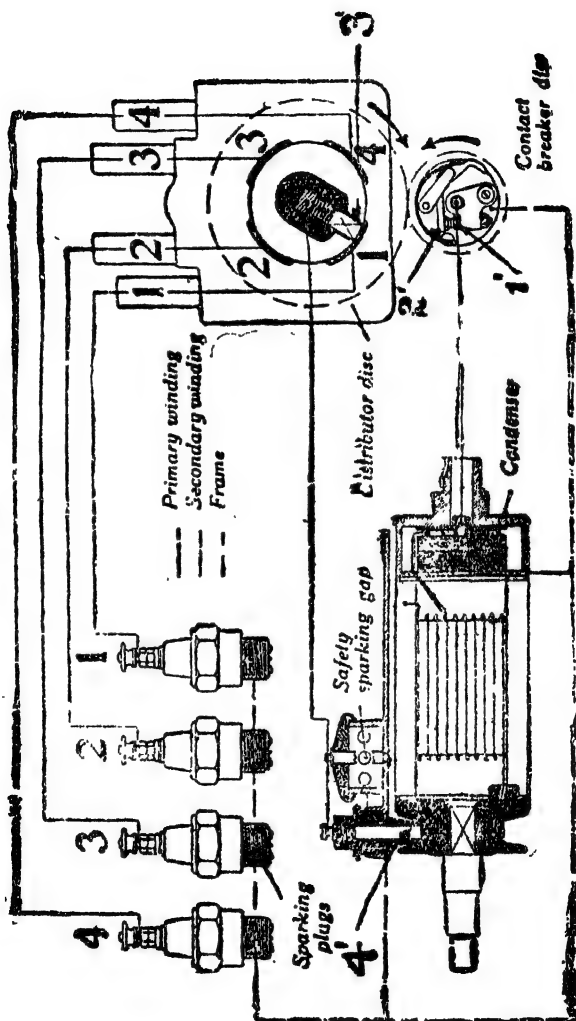


চিত্র—২৩৪—২৪১

বরাবর একদিকে ঘুরিয়া কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত করে, ২৩৪ ২৪১ চিত্র। ইহাকে শ্লিভ ইণ্ডাক্টার টাইপ (Sleeve Inductor type) বলে। এই চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে যে শ্লিভের প্রত্যেক ঘূর্ণনে চারিবার অগ্নিস্ফুলিঙ্গ দিবার উপযোগী সম্ভাবন হয়, কিন্তু রোটারী আশ্মেচার বা পোল টাইপে দুইবার স্পার্ক হয়। ম্যাগনেটোর আভ্যন্তরিক সংযোজনাদি ও ইঞ্জিনের প্রাণের সহিত সংযোজন ২৪২ চিত্রে দর্শিত হইল।

ম্যাগনেটো ও ইণ্ডাক্সমান কয়েল ইগ্নিশ্যান অর্থাৎ ইন্ধনে অগ্নি সরবরাহের নিমিত্ত ব্যবহার হয়। ইহাদিগের বিশেষ বিবরণ মোটব শিক্ষকে দ্রষ্টব্য।

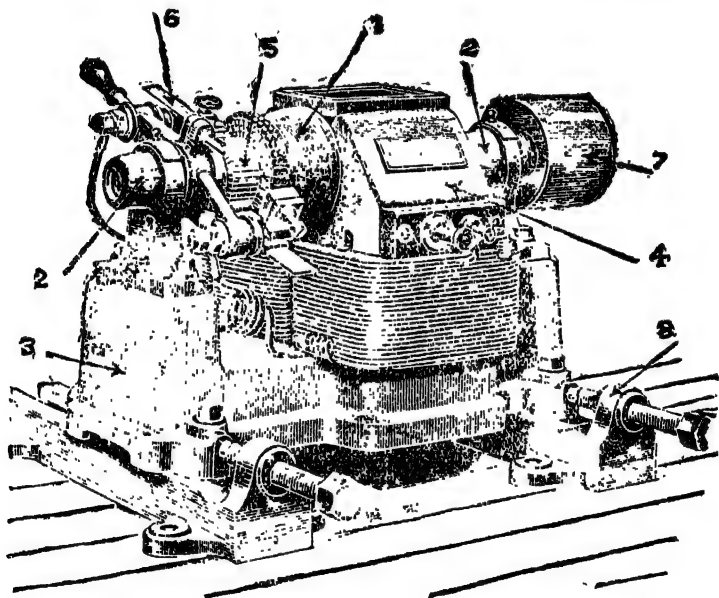
Diagram of Wiring.



## ত্রয়োদশ পরিচয়।

উৎপাদক বা ডায়নামো (Dynamo) ।

বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপাদক যন্ত্র বা ডায়নামো  
(Dynamo) বা জেনারেটর (Generator) :—এই যন্ত্রে কার্য্য



চিত্র—২৪৩

শক্তি দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তি অর্থাৎ কার্য্য শক্তির পরিবর্তে বৈদ্যুতিক  
প্রবাহ উৎপন্ন হয়। সেইজন্য ইহাকে প্রবাহ উৎপাদক যন্ত্র, জেনারেটর  
বা ডায়নামো বলে। ২৪৩ চিত্রে একটি জেনারেটর দর্শিত হইল।

আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি যে, কোন একটি পরিচালক কোন চুম্বক রাজ্যে বলরেখাকে কাটিতে থাকিলে পরিচালকটির মধ্যে পি, ডি, উৎপন্ন হয় ও বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ পাইলে পরিচালকটির মধ্যে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এবং এই প্রবাহের দিক দক্ষিণহস্ত নিয়মানুযায়ী পাওয়া যায়। যে যন্ত্রের দ্বারা এইভাবে প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে ডায়নামো বলে। সুতরাং ডায়নামোর প্রধান অঙ্গ চুম্বকরাজ্য উৎপাদনের জন্ত একটি চুম্বক ও পরিচালক তার বাহ্যতে, বলরেখা ছেদনকৃত, প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। কিন্তু এইভাবে উৎপন্ন প্রবাহের দিক কেবলই উল্টাইয়া বাইতে থাকে বলিয়া বহির্পথে একই দিকে প্রবাহ পাইতে হইলে কমিউটেটর (Commutator) নামক একটি অবলম্বনের সাহায্য প্রয়োজন হয়। এষ্ট কমিউটেটরের কার্য গতি পরিবর্তনশীল প্রবাহকে একদিকে গতিবানু করা। এবং তারগুলিকে ঠিকভাবে স্ব স্ব স্থানে ধরিয়া রাখিবার জন্ত আর্মচার (Armature) নামক একটি অবলম্বনের সাহায্য লইতে হয়। এহ আর্মচারকে চুম্বক পদার্থ অর্থাৎ লৌহদ্বারা নির্মাণ করা হয়, যাহাতে চুম্বক রাজ্যের তেজ পরিবর্তিত হয়। সুতরাং আর্মচার তারগুলিকে ধরিয়া রাখে ও রাজ্যের তেজ পরিবর্তিত করে। ইহা ব্যতীত বহির্পথের সহিত বৈদ্যুতিক সংযোগনের নিমিত্ত ব্রাস বা ব্রুস (Brush) প্রয়োজন হয়। বলা বাহুল্য যে বৃহৎ যন্ত্রকে ঠিকভাবে খাড়া করিবার জন্ত বেডপ্লেট (Bed Plate), ও বেল্টিং দ্বারা চালিত হইলে টাইট দিবার জন্ত স্লাইড রেল (Slide Rail) প্রয়োজন হয়। আর্মচার ও তদুপরি তারকে বৈদ্যুতিক ভাষায় সচরাচর আর্মচার বলে। সুতরাং ডায়নামোকে মোটামুটি এহ কয়েকটি অংশে বিভক্ত করা যায় :—

- ১। রাজ্যচুম্বক (Field Magnet)।
- ২। আর্মচার (তারস্বক) (Armature with wires)।
- ৩। কমিউটেটর (Commutator)।

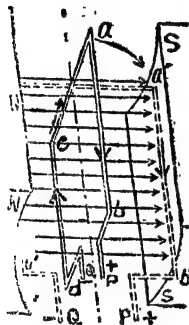
৪। ব্রাশ (Brush)।

৫। বেড প্লেট ও স্লাইড রেল (Bed Plate and Slide Rails)।

**আদিম কার্যাবলী (Fundamental Principle) :—**

একটি পরিচালক (যথা তার) চুম্বকরাজ্যে বলরেখা কাটিতে থাকিলে তার শেখভাগদ্বয়ে পি, ডি, উৎপন্ন হয় ও উহার শেখভাগদ্বয়কে বৈদ্যুতিক সংযোগ করিলে তাহার ও সংযোজক পণের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে। এখন এই চুম্বকরাজ্যের জন্ত দুইটি বিপরীত মেরু (যেমন অশঙ্কুরাকৃতি চুম্বকের) ও তাহাদের মধ্যে অবস্থিত একটি তার মেনন A B (চিত্র ২৪৪) অনুমান

করা যাউক। এই তারকে বলরেখা কাটিতে হইলে তারটিকে চলিতে হইবে ও এই চলন দুই প্রকারের হইতে পারে ;—



(১) যাতায়াত গতি (Reciprocating motion)

বা পন্যায়ক্রমে একবার একদিক হইতে সোজাসুজি অপর দিকে যাওয়া ও তৎপরেই তথা হইতে বিপরীত দিকে (পূর্বস্থানে) ফিরিয়া আসা।

(২) ঘূর্ণন গতি (Rotary motion) বা দর্কদা

কোন একদিকে ঘুরিতে থাকা। যদি মেরুদ্বয়ের

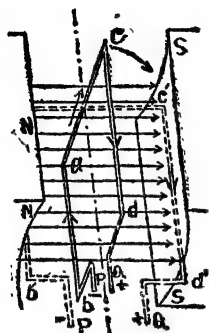
চিত্র—২৪৪ মাঝে তারটির বলরেখার আড়াআড়ি দিকে যাতায়াত

গতিদ্বারা বলরেখা ছেদন ঘটিতে থাকে তাহা হইলে ন্যূনমত তারটিতে পি, ডি, ও বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ পাইলে প্রবাহ উৎপন্ন হইবে বটে, কিন্তু তারটির এরূপ যাতায়াত গতি সাধন করা কষ্টসাধ্য। সেইজন্য মেরুদ্বয়ের মাঝে তাবের ঘূর্ণন গতি সাধিত হইয়া থাকে।

উক্ত ২৪৪ চিত্রে N ও S একটি অশঙ্কুরাকৃতি চুম্বকের মেরুদ্বয় ও B A C D একটি তারের চতুর্ভুজ ফাঁস। সুতরাং N মেরু হইতে বলরেখাগুলি S মেরুতে যাইতেছে, অতএব মেরুদ্বয়ের মধ্যস্থ স্থানে চুম্বকরাজ্য



হইয়াছে ও এই রাজ্যে ফাঁসটি অবস্থিত আছে। এখন ফাঁসটিকে যদি চিত্রে দর্শিতভাবে ঘুরাইতে থাকা যায় তাহা হইলে A C ও B D বল-



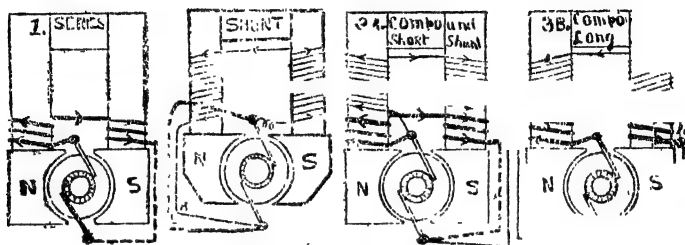
চিত্র—২৪৫

রেখার দিকেই ঘুরিতে থাকে বলিয়া বলরেখা কাটে না। প্রথম অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় ফাঁসের A B অংশ বলরেখা কাটিবার কালে উপরদিক হইতে নীচের দিকে আসিতে থাকে, সুতরাং “দক্ষিণ হস্ত” নিয়মানুযায়ী A B তে প্রবাহ A হইতে Bএর দিকে হইবে। C D অংশটি বলরেখা কাটিবার সময় নীচের দিক হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং ঐ নিয়মানুযায়ী C Dএর মধ্যে প্রবাহ D হইতে Cএর দিকে হইবে। সুতরাং সমস্ত ফাঁসটির মধ্য দিয়া প্রবাহ D হইতে Bতে বহিবে এখন পরবর্তী অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় A B নীচের দিক হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং ইহাতে প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া যায়, চিত্র ২৪৫। এবং C D উপর দিক হইতে নীচের দিকে নামিতে থাকে, সুতরাং ইহাতেও প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া যাইবে। অতএব এষ্ট দ্বিতীয় অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় ফাঁসটির মধ্যে প্রবাহ গতি উল্টাইয়া যায় অর্থাৎ B হইতে Dতে বহিতে থাকে। সুতরাং যদি B ও D হইতে বহির্পথে আরম্ভ হয় তাহা হইলে এই ফাঁসে প্রবাহ গতি উল্টাইবার সহিত বহির্পথেও প্রবাহ গতি উল্টাইয়া যাইতে থাকিবে। কিন্তু যদি বহির্পথে সকল সময়েই একই দিকে প্রবাহ গতি প্রয়োজন হয় তাহা হইলে B ও Dএর সহিত বহির্পথের একরূপ সংযোজন হওয়া আবশ্যক যেন প্রবাহ গতি পরিবর্তনের সহিত সংযোজনও বদলাইয়া যায়। যে উপায় দ্বারা ইহা সাধিত হয় তাহাকে কমিউটেটার (Commutator) বলে। ইহার গটন ও কার্য

প্রণালী পরে বর্ণিত হইবে। অতএব এখন আমরা ধরিতে পারি যে ফাঁসটি ঘুরিতে থাকিলে বহির্পথে একই দিকে প্রবাহ যোগান যাইতে পারে।

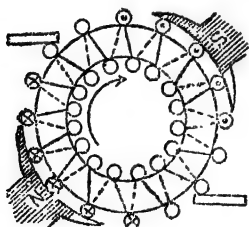
**রাজ্য ও রাজ্য-চুম্বক (Field & Field magnet):—**  
 রাজ্য উৎপাদনের নিমিত্ত চুম্বক প্রয়োজন হয়। এই চুম্বক, স্থায়ী (Permanent) বা বৈদ্যুতিক (Electromagnet) হইতে পারে। স্থায়ী চুম্বক অপেক্ষা বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ খুব অধিক হয় এবং প্রবাহের বেগ পরিবর্তন দ্বারা চুম্বকের তেজকে ইচ্ছানুযায়ী পরিবর্তিত করিতে পারা যায় বলিয়া সচরাচর বৈদ্যুতিক চুম্বকই ব্যবহার হইয়া থাকে। এই চুম্বকের আকার অশঙ্কুরাকৃতি এবং যদিও অনেক স্থলে দেখিতে ঠিক অশঙ্কুরাকৃতি নহে, কার্যে ইহা অশঙ্কুরাকৃতি চুম্বকের ত্যায়। এই বৈদ্যুতিক চুম্বকের ধাতু বাঙ্গলা লৌহ (Wrought iron) ও ইস্পাত (Steel)। অবশ্য মূল্য, ওজন ও পারকতার দিকে লক্ষ্য রাখিয়া ধাতু নির্বাচন করিতে হয়। বৈদ্যুতিক চুম্বকের বেলায় প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা মেরু উৎপাদিত হয়। এই কয়েল কোন কোন স্থলে ইয়োক (Yoke) বা চুম্বকের বাহুদ্বয়ের সংযোজকে পরান থাকে, আবার কোন কোন স্থলে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া, প্রতি বাহুতে একটি করিয়া, দুই বাহুতে দুইটি কয়েল থাকে। কোন কোন স্থলে এই কয়েলকে বাহির হইতে, যথা ব্যাটারি বা অন্য কোন ডায়নামো হইতে, প্রবাহ দিয়া উত্তেজিত করা হয়, ইহাকে পৃথক উত্তেজিত (Separate excitation) বলে। আবার কোন কোন স্থলে ডায়নামোর স্বীয় প্রবাহ দ্বারা ইহাকে উত্তেজিত করা হয়, ইহাকে স্বীয়-উত্তেজিত চুম্বক (Self excitation) বলে। অবশ্য এস্থলে বুঝিতে হইবে যে প্রথমাবস্থায় কয়েলে প্রবাহ না থাকিলেও চুম্বকের সামান্য পরিমাণ অবশিষ্ট চুম্বকত্ব (Residual magnetism) থাকেই। সেই অবশিষ্ট চুম্বকত্বের রাজ্যে আমেরচারের কয়েল বা তার ঘুরিতে থাকিলে তাহাতে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এই প্রবাহ বিভিন্ন প্রণালীতে গঠিত ডায়নামোর রাজ্য চুম্বকের কয়েলের

মধ্যে বিভিন্ন প্রকারে ঘাইয়া রাজ্যকে কার্যোপযোগী করে। এই বিভিন্ন উপায়গুলির নাম প্রদত্ত হইল, যথা, স্থায়ী উত্তেজিত ডায়নামোর রাজ্য কয়েল তিন প্রকারে সংযুক্ত হয়—১। সিরিজ, ২। শাণ্ট ও ৩। কম্পাউণ্ড। (চিত্র—২৪৬, ২৪৭, ২৪৮, ২৪৯)।



চিত্র—২৪৬, ২৪৭, ২৪৮, ২৪৯

**আর্মেচার :**—আর্মেচারের বিষয় যদিও পরে বিশদভাবে বর্ণনা করা হইবে, এখানে এটুকু জানিতে হইবে যে আর্মেচার কোরটি লৌহ নিষ্মিত বলিয়া রাজ্যের বলরেখাগুলি বায়ুপথ পরিত্যাগ করিয়া প্রায় সকলেই



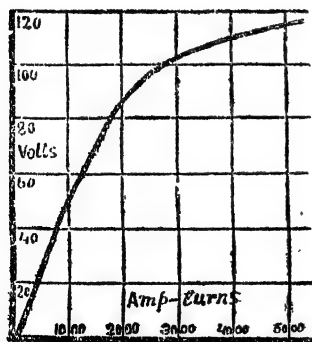
চিত্র—২৫০

আর্মেচারের মধ্য দিয়া গমন করে ও তাহাদের সংখ্যা বিশেষভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এহ আর্মেচারের উপর আর্মেচার কয়েলের পাকসংখ্যা একটি, দুইটি না হইয়া বহুসংখ্যক হয়, যাহাতে সকল সময়েই তাহাদের মধ্যে কোন না কোন পাক অধিক পরিমাণে এবং কোন না

কোন পাক অল্প পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে ও এইজন্য সব সময়েই প্রায় একভাব ভোল্টেজ সম্ভূত হয়। এবং ২৫০ চিত্রে দর্শিতভাবে বিপরীত তারদ্বয়ে ব্রাস দুইটি সংযুক্ত থাকে, সুতরাং এই ব্রাসদ্বয় দ্বারা আর্মেচারের কয়েলটি দুইভাগে বিভক্ত হয় ও এই ভাগদ্বয় ব্রাস দুইটির মধ্যে প্যারালল

ভাবে সংযুক্ত এবং প্রত্যেক ভাগের পাকগুলি সিরিজে সংযুক্ত। সুতরাং প্রত্যেক ভাগের বিভিন্ন পাকের পি, ডি,র সমষ্টি ত্রাস দুইটির মধ্যে পি, ডি, এবং ভাগদ্বয়ের প্রবাহের সমষ্টি ত্রাস দুইটির মধ্যে প্রবাহের সমান।

**রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্পর্ক :—** বাহির হইতে প্রবাহ দ্বারা রাজ্য কয়েলকে উত্তেজিত অনুমান করিলে এই বিষয়টি সহজে বোধগম্য হয় বলিয়া আমরা এস্থলে তাহাট ধরিব। যদি রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া যায় এবং আর্মেচারকে ঘুরাইতে থাকা যায় তাহা হইলে ডায়নামোতে কোন নিদিষ্ট ভোল্টেজ উৎপন্ন হইবে। রাজ্যতেজ যত অধিক হইবে ও আর্মেচারের ঘূর্ণনগতি যত অধিক হইবে, আর্মেচার কয়েলের প্রতি তারের পাকের পি, ডি, ততই অধিক হইবে এবং যেহেতু আর্মেচার কয়েলের অর্ধেক পাকসংখ্যা নিরিজে সংযুক্ত, এই অর্ধেক কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি, অর্থাৎ ত্রাস দুইটির ই, এম, এফ, পাকের সংখ্যানুপাতে পরিবর্দ্ধিত হইবে। যথা, যদি একটি আর্মেচারকে মিনিটে ৫০০ বার ঘুরান হয় ও তৎপরে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরান হয়, তাহা



চিত্র—২৫১

হইলে দ্বিতীয়বারে প্রথমবারের দ্বিগুণ ই, এম, এফ, হইবে। যদি চুম্বক-কর প্রবাহ বেগকে বর্দ্ধিত করা যায় তাহা হইলে আর্মেচারের ই, এম, এফ, বাড়িবে বটে, কিন্তু সম-অনুপাতে নহে। কারণ লৌহের চুম্বকীভবনের একটি সীমা বা সীমা আছে এবং লৌহের চুম্বকত্ব এই সীমার নিকটবর্তী হইলে, চুম্বককর বলের অর্থাৎ চুম্বককর আনপেন্সার পাকের অধিক পরিবর্দ্ধন ঘটিলে তবে চুম্বকত্বের সামান্য পরিবর্দ্ধন ঘটে। ২৫১ চিত্র হইতে

ইহা বেশ সহজে বুঝিতে পারা যাইবে। এই গ্রাফ চিত্রে শায়িত রেখায় আমপেয়ার পাক ও খাড়া রেখায় আমের্টারে উৎপন্ন ভোল্টেজ পরিমিত হইয়াছে। ইহা হইতে দেখা যাইবে যে ১০০০ আমপেয়ার পাকে যত ভোল্ট হয়, ২০০০ আমপেয়ার পাকে প্রায় তাহার দ্বিগুণ ভোল্ট হয়, কিন্তু ৩০০০ আমপেয়ার পাকের সময় ভোল্টেজের বৃদ্ধিহার কিছু কমিয়া যায় এবং তাহার পরেও কয়েককে যতই ক্রমশঃ উত্তেজিত করা যাইতে থাকিবে ভোল্টেজ বাড়িতে থাকে বটে, কিন্তু বৃদ্ধিহার ক্রমেই কমিয়া যাইতে থাকে। সুতরাং এই রাজ্য তেজের সহিত তুলনায় ভোল্টেজের পরিমাণ নির্দেশক রেখাটি প্রথমে খাড়াভাবে উঠে ও পরে ক্রমশঃ শায়িত অবস্থা প্রাপ্ত হয়। এই রেখাকে ডায়নামোর খোলা পথে ই, এম, এফ, বিশেষত্ব রেখা ( E. M. F. Characteristic Curve ) বলে। চলিত ভাষায় ইহাকে চুম্বকীভবন বিশেষত্ব (Magnetisation Characteristic) রেখা বলে।

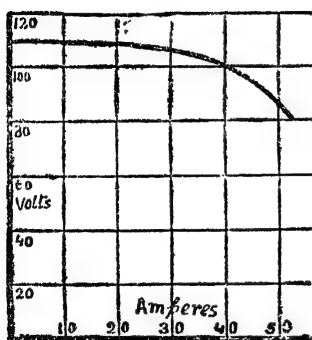
উপরে যে প্রকার ডায়নামোর চুম্বকীভবন বিশেষত্ব রেখা দেওয়া হইয়াছে ঐ প্রকার ডায়নামো হইতে ১১০ ভোল্ট পাইতে হইলে চুম্বক বাহুতে প্রায় ৪০০০ আমপেয়ার পাক প্রয়োজন হইবে। এই ৪ ০০ আমপেয়ার পাক মোটা তারের ৪০টি পাকের মধ্য দিয়া ১০০ আমপেয়ার প্রবাহ দিয়া পাওয়া যাইতে পারে। অথবা ২০০০ পাকের মধ্য দিয়া ২ আম্প প্রবাহ দিয়া পাওয়া যাইতে পারে। প্রথম দৃষ্টান্তে কয়েলের তারটি মোটা ও পাকসংখ্যা অল্প বলিয়া উহার বাধা কম, সুতরাং প্রবাহ পাঠাইবার জন্ত অল্প ভোল্ট প্রয়োজন হয়, যথা প্রায় যেন ২ ভোল্ট; কিন্তু দ্বিতীয় দৃষ্টান্তে তারটি সরু ও পাকসংখ্যা বহু বলিয়া উহার বাধাও অধিক, সুতরাং প্রবাহ পাঠাইবার জন্ত ভোল্টেজও অধিক প্রয়োজন হইবে, যথা, প্রায় ১০০ ভোল্ট। কিন্তু উভয় দৃষ্টান্তেই উত্তেজনার জন্ত যে শক্তি প্রয়োজন হয় তাহা যদি ওয়াটে (Watt = C × E) মাপা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে তাহার সমান, ১০০ আম্প × ২ ভোল্ট = ২ আম্প × ১০০ ভোল্ট = ২০০ ওয়াট।

**ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop ) :—**ইহা দুইটা কারণ বশতঃ ঘটে—১। আর্মেচারের তারের বাধা অতিক্রম করিবার জন্য আভ্যন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ও ২। আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া ( Armature Reaction ) হেতু ভোল্টেজ হ্রাস।

**আভ্যন্তরিক বাধায় ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop in internal circuit ) :—**ডায়নামোকে যদি বাহিরে প্রবাহ যোগাইতে হয় তাহা হইলে ব্রাসভোল্টেজ কমিয়া যাইবে। ব্যাটারিতেও একরূপ হয় আমরা দেখিয়াছি। ডায়নামোর আর্মেচার তারের কিছু বাধা আছে, ইহাকে ডায়নামোর আভ্যন্তরিক বাধা বলে। বহির্পথে প্রবাহ বহিতে হইলে তাহাকে এই আভ্যন্তরিক পথেও বহিতে হয়, সুতরাং বহির্পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে যেমন কিছু ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, সেইরূপ এই আভ্যন্তরিক পথের বাধা অতিক্রম করিতেও কিছু ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়। আর্মেচারের মধ্যে যে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় তাহার কিছু অংশ এই আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে প্রয়োজন হয় ও বাকী অংশ বাহ্যিক পথের বাধাকে অতিক্রম করে। সুতরাং সম্পূর্ণ পথে, অর্থাৎ বাহ্যিক পথে প্রবাহ বহিবার সময়, টার্মিনাল ভোল্টেজ বা ব্রাসবলের মধ্যে পি,ডি, সম্ভাবিত ই,এম,এফ,অপেক্ষা কম হয়। আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহাইতে যে ভোল্টেজ প্রয়োজন হয় তাহাকে আভ্যন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop ) বলে, এই ভোল্টেজ পতন  $C = \frac{E}{R}$  হইতে  $E - C R$  এই সম্বন্ধ দ্বারা পাওয়া যায় (  $R$ —আর্মেচারের বাধা ও  $C$ —প্রবাহ )। সুতরাং প্রবাহ যত অধিক হইবে ভোল্টেজ পতন ততই অধিক হইবে।

**আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া বা রি-একশান ( Armature Reaction ) :—**আভ্যন্তরিক পথে পতন ছাড়া অল্প এক কারণ বশতঃ

ভোল্টেজ হ্রাস হয়, তাহাকে আর্মেচার রি-একসান বলে। ইহা একপ্রকার সম্ভাবনের পরিচয়ে বলা হইয়াছে। সেখানে দেখা গিয়াছে যে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক এক্রপ যে উহা গতিবান্ পরিচালককে বিপরীত দিক গতিদান করিয়া উহার গতিরদ বা হ্রাস করিবার প্রয়াস পায়। সেইরূপ এখানেও আর্নেচারের ঘূর্ণন গতিকে রদ বা হ্রাস



চিত্র—২৫২

করিবার চেষ্টা করে, তদ্ব্যতীত সম্ভাবিত ই,এম,এফ,এর পরিমাণ কমিয়া যায়। ইহাকে আর্নেচার রি-একসান বলে।

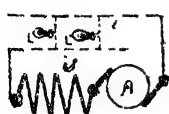
জড়ব্যা :—যে পরিচালকগুলিতে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ( আর্মেচারে জড়ান তারগুলি, ইহাদের বিপরীত দিকে গতি প্রাপ্তির আশঙ্কা থাকে বলিয়া ) তাহাদিগকে 'আর্নেচারের লৌঃখণ্ডের উপর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ

করিবার বান্দাবস্ত করিতে হয়, যথা, খাজের মধ্যে জড়াইতে হয়।

আর্নেচারের অতিক্রিয়া ও আভ্যন্তরিক গর্বে পতন হেতু উৎপন্ন ভোল্টেজ সম্পূর্ণ ভাবে বহির্পথে পাওয়া যাইতে পারে না; এবং ডায়নামো হইতে যত অধিক প্রবাহ লওয়া যাইবে, বহির্পথে প্রযুক্ত ভোল্টেজ ততই কনিয়া যাইবে। ২৫২ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে একটা ১১০ ভোল্টের ডায়নামো হইতে প্রবাহ না লইলে উহাতে প্রায় ১১০ ভোল্ট উৎপন্ন হয়, কিন্তু ১০ অ্যাম্প করিয়া প্রবাহ চাইতে থাকিলে মোটে ১০৯ ভোল্ট চাপ পাওয়া যায়, ২০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০৭ ভোল্ট ৩০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০৪ ভোল্ট, ৪০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০০ ভোল্ট ইত্যাদি প্রকারের চাপ বহির্পথে পানরা যায়। এরূপ রেখাকে সম্পূর্ণপূর্ণেব বিশেষত্ব রেখা ( Closed circuit characteristic curve ) বলে।

সিরিজ ডায়নামো (Series Dynamo) :—ইহাতে ডায়নামোর পোলঘরের সহিত রাজ্যের কয়েল ও বহির্পথ বা লাইন সিরিজে

সংযুক্ত হয়, অর্থাৎ আর্মেচারের একটি ব্রাস কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত হয়, কয়েলের অপর শেষভাগটি লাইনের একটি তারের সহিত ও লাইনের অপর তারটি আর্মেচারের দ্বিতীয় ব্রাসের সহিত, এই ভাবে সংযুক্ত হয়। ইহাতে আর্মেচারের সমস্ত প্রবাহ রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া গিয়া তবে লাইনে প্রবাহিত হয় এবং একই প্রবাহ পর পর করিয়া প্রত্যেকটির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। অতএব রাজ্যকয়েল প্রবল প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত হয়, সুতরাং উহার অল্প সংখ্যক পাকদ্বারা প্রয়োজন মত চুম্বককর বল পাওয়া যায়। সেইজন্য সিরিজ ডায়নামোতে রাজ্য কয়েলের পাকসংখ্যা অল্প হয় এবং যাহাতে উহা প্রবল প্রবাহ বহনক্ষম হইতে পারে তজ্জন্য মোটা তার ব্যবহৃত হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েলের বাধা অতি অল্প হয়। ইহাতে যদি বহির্পথ খোলা থাকে তাহা হইলে লাইন, আর্মেচার বা রাজ্যকয়েলের মধ্যে প্রবাহ বহিতে পায় না, সুতরাং রাজ্যকয়েলও উত্তেজিত হয় না। কিন্তু রাজ্য-কয়েল উত্তেজিত না হইলেও, চুম্বকের কিছু পরিমাণ অবশিষ্ট (residual) চুম্বকত্ব থাকা হেতু আর্মেচারের ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে সামান্য পরিমাণে কিছু পি, ডি, উৎপন্ন হয়—অবশ্য এই পি, ডি, পরিবর্তিত হইতে পায় না। অতএব দেখা বাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোর বহির্পথ খোলা অবস্থায় ভোল্টেজ অতি অল্প হয় বা কার্যতঃ প্রায় কিছুই হয় না। এখন যদি বহির্পথ সংযুক্ত করা যায় (যথা ২৫৩



চিত্র—২৫৩

চিত্রে কতকগুলি বাতির দ্বারা এই সংযোজন করা হইয়াছে) তাহা হইলে এই সামান্য ভোল্টেজ হেতু লাইন, আর্মেচার ও রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া সামান্য প্রবাহ বহিবে ও রাজ্য-কয়েল সামান্য উত্তেজিত হইবে, তজ্জন্য রাজ্যভেজ পরিবর্তিত হইবে ও সেই সঙ্গে ই, এম, এফ, এবং প্রবাহ বেগ বর্দ্ধিত হইবে ও তজ্জন্য রাজ্যভেজ পূর্বের মত আরও



পরিবর্তিত হইবে। যদি লাইনের বাধা অধিক হয়, তাহা হইলে প্রবাহ বেগ অল্প হইবে, সুতরাং ই, এম, এফ, ও অল্প হইবে। কিন্তু যদি বহির্পথের বাধা অল্প হয় (যথা ঐ বাতিগুলির সহিত আরও কতকগুলি বাতি প্যারালালভাবে সংযুক্ত করিয়া দিলেই বাধা অল্প হইয়া যাইবে) তাহা হইলে সমস্ত পথটির মধ্য দিয়া প্রবাহবেগ বাড়িয়া যাইবে, সুতরাং চুম্বক অতি প্রখর ভাবে চুম্বকীভূত হইবে ও ই, এম, এফ, ও অধিক হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোতে ভার (Load) বাড়াইতে থাকিলে উহার ভোল্টেজ বাড়িতে থাকে। কিন্তু এই ভোল্টেজ বৃদ্ধির একটি সীমা আছে। কারণ চুম্বকের তেজ বরাবর বাড়িয়া যাইতে পারে না, উহা পূর্ণত্ব প্রাপ্তির (Saturation) পর এক ভাব রহিয়া যায়। আবার আমেচারের মধ্যে ভোল্টেজের কিছু পতন হয়, আমেচারের মধ্যে প্রবাহ বেগ যত অধিক হইবে এই ভোল্টেজ পতনও ততই অধিক হইবে। সুতরাং ডায়নামোতে কোন নির্দিষ্ট ভোল্টেজ হইবার পর যখন চুম্বক আর প্রখর হইতে পারে না, তখন ভার বাড়াইতে থাকিলে, বাধা হ্রাস হেতু প্রবাহ বেগ বাড়িয়া যাইতে থাকে বলিয়া আমেচারের মধ্যে অধিকতর ভোল্টেজ পতন ঘটিতে থাকে ও ওজ্জ্বল টার্মিনাল ভোল্টেজ বা ব্রাসদ্বয়ের পি, ডি, উত্তোরস্তর কমিয়া যাইতে থাকে। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোতে যতক্ষণ ভার খুব বেশী নয়, ভারবৃদ্ধির সহিত ভোল্টেজ বৃদ্ধি ঘটিতে থাকে, পরে ভার আরও বাড়াইলে ভোল্টেজ কিছুক্ষণের জন্য এক ভাব থাকে ও তৎপরে ভার আরও বাড়াইলে ভোল্টেজ কমিয়া যাইতে থাকে। প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত পরিবর্তনশীল সংখ্যক বাতি (Glow lamp) সিরিজ ডায়নামোর সাহায্যে প্রজ্জ্বলিত করা চলে না। কারণ বাতির সংখ্যার সহিত ভোল্টেজ পরিবর্তিত হইতে থাকে সুতরাং বাতিগুলির ক্যান্ডল পাওয়ার (Candle Power.

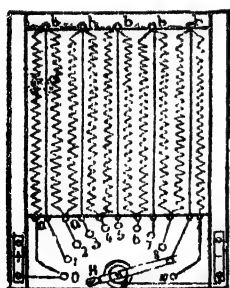
C. P.) বদলাইতে থাকে। কিন্তু যদি প্রজ্জ্বলিত বাতির সংখ্যা অপরিবর্তিত রাখা যায় তাহা হইলে সিরিজ ডায়নামো ব্যবহার করা চলে বটে, কিন্তু এরূপ ব্যবহার বড় একটা হয় না। পূর্বে আর্কলাইট (Arc light) জ্বালাইবার জন্ত সিরিজ ডায়নামো খুব ব্যবহার হইত, কিন্তু আজকাল ইহা'র ব্যবহার কমিয়া গিয়া সার্ট ডায়নামো ব্যবহার হইতেছে।

**সার্ট ডায়নামো (Shunt Dynamo) :—**চিত্র ২৫৪, ইহাতে ডায়নামোর পোলদ্বয়ের সহিত রাজ্য কয়েল ও লাইন সার্ট বা প্যারালল ভাবে সংযুক্ত অর্থাৎ আর্মচারের একটি ব্রাসের সহিত রাজ্য কয়েলের একশেষভাগ ও লাইনের একটি তার সংযুক্ত হয়, এবং কয়েলের অপরশেষভাগটি ও লাইনের দ্বিতীয় তারটি দ্বিতীয় ব্রাসের সহিত সংযুক্ত হয়।

চিত্র—২৫৪ ইহাদিগের মধ্যে লাইনকে প্রধান পথ (Main circuit) ও রাজ্য কয়েলকে শাখাপথ (Shunt circuit) বলে। এরূপ সংযোজনে ব্রানদ্বয়ের মধ্যে যে পি, ডি, লাইনের তারদ্বয়ের মধ্যে সেই পি, ডি, ও রাজ্য কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যেও সেই পি, ডি, হয়, অর্থাৎ রাজ্যকয়েল, আর্মচারের মধ্যে যে সমান্তর ভোল্টেজ পতন হয় তাহা ব্যতীত ডায়নামোর ভোল্টেজের যাহা বাকী থাকে, তদ্বারা উত্তেজিত হয়। অতএব ইহা খুব অধিক অর্থাৎ প্রায় ডায়নামোর ভোল্টেজ দ্বারা উত্তেজিত হয়। সুতরাং প্রবাহ বেগ কম রাখিবার জন্ত এই রাজ্য কয়েলের বাধাকে অধিক করিতে হয়, তজ্জন্ত সৰু তারের অধিক সংখ্যক পাক ব্যবহার করা হয়। এস্থলে সিরিজ ডায়নামোর বিপরীত ভাবে আমপেয়ার বা প্রবাহকে কম রাখিয়া পাক সংখ্যাকে বাড়াইয়া প্রয়োজন মত আমপেয়ার পাক প্রস্তুত করা হয়। নচেৎ আমপেয়ার অধিক হইলে আর্মচারে মোটা তার ব্যবহার করিতে হয়। তাহাতে আর্মচারের কয়েলে তাব্রের ওজন অধিক লাগে। ডায়নামোকে হালকা করিবার জন্ত ও তাব্র সাশ্রয় করিবার জন্ত

রাজ্য কয়েলের বাধাকে অধিক করিতে হয়, এবং এই বাধা আর্মেচার বা লাইনের বাধার সহিত তুলনায় খুবই অধিক হয়। অতএব লাইনের সংযুক্ত অবস্থায় আর্মেচারের প্রবাহ রাজ্য কয়েল ও লাইনের বাধার বিপরীত অনুপাতে বিভক্ত হইয়া লঘু প্রবাহটি রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া ও গুরু প্রবাহটি লাইনের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। সান্ট ডায়নামোকে প্রথম চালাইতে হইলে সিরিজ ডায়নামোর মত লাইনকে সংযুক্ত রাখিলে চলিবে না। কারণ যেহেতু প্রবাহ কম বাধাদায়ক পথ দিয়া প্রবাহিত হয়, প্রথম হইতেই যদি লাইন সংযুক্ত থাকে তাহা হইলে সামান্য অব-শিষ্ট চুম্বকের ক্ষীণ রাজ্যে আর্মেচারের ঘূর্ণন দ্বারা সম্ভাবিত সামান্য ই, এম, এফ, হেতু সামান্য প্রবাহের প্রায় সমস্তটুকুই লাইনের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকিবে, সুতরাং রাজ্যকয়েল উত্তেজিত হইবে না ও ভোল্টেজ বাড়িবে না। এইজন্য প্রথমতঃ লাইনকে উন্মুক্ত রাখিয়া সামান্য অবশিষ্ট চুম্বকের ক্ষীণ রাজ্যে আর্মেচারকে ঘুরাইতে হয়, বাহ্যতে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, হেতু সামান্য প্রবাহের সমস্তটুকুই রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া উৎক্ষেপিত করে ও তজ্জন্য রাজ্যের তীব্রতা কিয়ৎ পরিমাণে বৃদ্ধি হেতু সম্ভাবিত ই, এম, এফ, ও প্রবাহের পরিমাণ কিছু বাড়িয়া যায় ও এইরূপে পরস্পর পরস্পরকে উত্তোরোত্তর বৃদ্ধি করিতে থাকে, বতর্কণ না ডায়নামোটি পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়, তখন লাইন সংযুক্ত করা হয়। অবশ্য লাইন সংযুক্ত করিবামাত্র ভোল্টেজ পতন হয়। যথা একটি ১১০ ভোল্টের সান্ট ডায়নামো লইলে লাইনের অসংযুক্ত অবস্থায় উহার ভোল্টেজ প্রায় ১১০ ভোল্ট হইবে। এখন যদি লাইনে কতকগুলি প্যারাললে সজ্জিত বাতিকে সুইচ দ্বারা সংযুক্ত করা যায় ও তজ্জন্য ডায়নামোকে ১০ আম্পেয়ার প্রবাহ বোগাইতে হয় তাহা হইলে উহার ফলে আর্মেচারের তারের বাধার অর্থাৎ আন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ও আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া (Reaction) হেতু টার্মিনাল বা ব্রাশ-

দ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ কমিয়া প্রায় ১০২ ভোল্ট দাঁড়াইবে। সুতরাং এখন রাজ্য কয়েলের শেষভাগদ্বয় আর ১১০ ভোল্টের সহিত সংযুক্ত নহে, ১০২ ভোল্টের সহিত সংযুক্ত, অতএব চুম্বককর প্রবাহ অর্থাৎ রাজ্য-কয়েলের মধ্যে প্রবাহ কিছু কমিয়া যাইবে, সুতরাং উত্তেজনাও কিছু কম হইবে ও সেই হেতু ডায়নামো ভোল্টেজের আরও কিছু পতন হইবে। যদি আরও কতকগুলি প্যারাললে সংযুক্ত বাতির সংখ্যা বৃদ্ধি দ্বারা ভার বাড়াইয়া ২০ আম্পেয়ার প্রবাহ লওয়া হয় তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোতে ভোল্টেজ কমিয়া ১০৭ ভোল্ট হয় কিন্তু স্বীয় উত্তেজিত সাণ্ট ডায়নামোতে ঐ ভারেই উহা আরও পতিত হইয়া প্রায় ১০৫ ভোল্ট দাঁড়ায় এবং আরও ভার বৃদ্ধি করিয়া ৩০ আম্পেয়ার করিয়া প্রবাহ লইতে থাকিলে উহা পতিত হইয়া প্রায় ১০০ ভোল্ট দাঁড়ায় এবং পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রে ইহা প্রায় ১০৩ ভোল্ট হইয়াছিল। অতএব দেখা যাইতেছে যে মিরিজ ডায়নামোর বিপরীত ভাবে সাণ্ট ডায়নামোতে স্বীয় উত্তেজিত ডাইনামোর ত্রায়, তবে কিছু অধিকতর হারে, ভার বৃদ্ধির সহিত ভোল্টেজ পতিত হয়। সুতরাং স্পষ্টতই পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোর



চিত্র—২৫৫

গ্রায় সাণ্ট কয়েলের সহিত পরিবর্তনীয় বাধা (Regulating resistance), চিত্র ২৫৫, সাহায্যে ভোল্টেজকে প্রয়োজনমত কম বেশী করা যাইতে বা একভাবে রাখা যাইতে পারে।

**রাজ্য কয়েলের উত্তেজনাঃ—**

একটি ১১০ ভোল্ট ডায়নামোর কয়েল কর্তৃক উত্তেজনা একরূপ হওয়া প্রয়োজন যে, কোনরূপ ভার না থাকিলে অর্থাৎ লাইনের খোলা অবস্থায়

যেন আর্শেচারের ভোল্টেজ ১১০ ভোল্ট হয়, এমন কি রাজ্যকয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, কেবলমাত্র ২০ ভোল্ট হইতে পারে, বাকী

২০ ভোল্ট সান্ট রেগুলেটর (regulator) এ পতিত হইয়াছে। ক্রমশঃ যত ভার বাড়িতে থাকে সান্ট কয়েলের এই পরিবর্তনীয় বধাকে ক্রমশঃ কমাইয়া সান্ট বা রাজ্যকয়েলের মধ্যে প্রবাহের বেগ বাড়াইয়া রাজ্যের প্রার্থ্য পরিবর্তন দ্বারা ডায়নামোর ভোল্টেজ একভাব করা হয়। আজকাল সর্বত্র সান্ট ডায়নামোই প্রচুর ভাবে ব্যবহার হইতেছে। ইহার দ্বারা ব্যাটারি চার্জকরা, আলোজ্জালান, প্রভৃতি সকল কার্যই হইয়া থাকে। তবে কোন কোন প্রকার কার্যের জন্য কম্পাউণ্ড ডায়নামো ব্যবহার হয়, কিন্তু ইহা তত অধিক প্রচলিত নহে।

### কম্পাউণ্ড ডায়নামো (Compound Dynamo) :-

ইহা সিরিজ ও সান্ট ডায়নামোর সংমিশ্রণ চিত্র ২৫৬-২৫৭। বস্তুতঃ ইহা সান্ট ডায়নামোট, কেবলমাত্র আবশ্যক অনুযায়ী অল্প সংখ্যক পাকের একটি ছোট সিরিজ কয়েল থাকে। ইহা অল্প সংখ্যক পাকের সান্ট কয়েল বিশিষ্ট

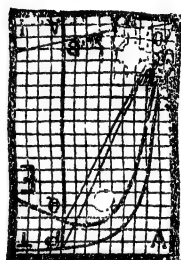
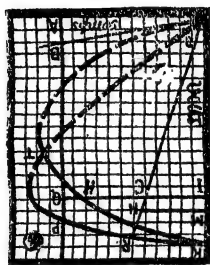
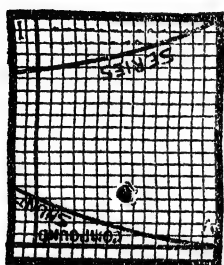


সিরিজ ডায়নামো নহে। এই যন্ত্রের সুবিধা এই যে, সান্ট কয়েল ছাড়া সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি পাক

চিত্র—২৫৬, ২৫৭

আছে বলিয়া, যে কোন পরিমাণ

প্রবাহ লওয়া হউক না কেন টার্মিনাল দ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ একভাব রাখা চলে। অবশ্য কেবলমাত্র সান্ট যন্ত্রে আমেরচারের ঘূর্ণন গতিকে বা রেগুলেটর সংযুক্ত সান্ট কয়েলের বধাকে ঠিকমত পরিবর্তন দ্বারা ভোল্টেজ একভাব রাখা চলে বটে, কিন্তু এই উভয় কার্যের যে কোনটাতেই পরিচর্যা প্রয়োজন হয়, কিন্তু কম্পাউণ্ডে উহা নিজে নিজেই ঠিক করে। সান্ট যন্ত্রে ভারবৃদ্ধির সহিত চাপ বা ভোল্টেজ কমিয়া যায় ও সিরিজ যন্ত্রে উহা বাড়িয়া যায়, সুতরাং সান্ট কয়েলের সহিত ঠিক হিসাব মত সিরিজ কয়েল ব্যবহার করিলে উহা নিজে নিজেই সকল ভারেই টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে প্রায় একভাব চাপ বা ভোল্টেজ দিবে।

[illegible]

ଫରାସୀର ବ୍ୟବହାର (Characteristic curves of dynamo) — ଫରାସୀର ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ୱରୂପ ଗଠିତ କୋର ଡରାମ୍ୟୋର ଥିବା ବୋଲି ଗବିର୍ଭାର ଗଠିତ

[illegible]

রেখায় লিপিবদ্ধ করিয়া যে রেখা পাওয়া যায় তাহাকে 'বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা' ( External Characteristic Curve ) বলে। কারণ ইহা হইতে বাহ্যিক প্রবাহের সহিত বাহ্যিক ভোল্টেজের সম্বন্ধ দেখা যায়। বাহ্যিক ভোল্টেজের সহিত আমেরচারের মধ্যে পতিত ভোল্টেজ যোগ করিয়া যে মোট ভোল্টেজ হয় এবং মোট প্রবাহ ( ইহা সিরিজ যন্ত্রে বাহ্যিক পথের প্রবাহ কিন্তু সাণ্ট যন্ত্রে বাহ্যিক পথের ও সাণ্ট কয়েলের প্রবাহের সমষ্টি ) লিপিবদ্ধ করিয়া যে রেখা হয় তাহাকে মোট বিশেষত্ব রেখা ( Total Characteristic Curve ) বলে।

যথা ২৫৮ চিত্রে C Q E সিরিজ ডায়নামোর বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা ও C P T মোট বিশেষত্ব রেখা, () A প্রবাহ, A Q তখনকার টার্মিনাল ভোল্টেজ ও P Q আমেরচারের মধ্যে ভোল্টেজ পতন নির্দেশ করিতেছে। ২৫৯ চিত্রে H T C সাণ্ট ডায়নামোর বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা বটে কিন্তু R P T O মোট বিশেষত্ব রেখা নয়, কারণ ইহাতে মোট প্রবাহ ধরা হয় নাই, ইহা বাহ্যিক প্রবাহ ও মোট ভোল্টেজের রেখা এবং O A প্রবাহ, A Q তখনকার বাহ্যিক ভোল্টেজ ও Q P আমেরচারের মধ্যে ভোল্টেজ পতন নির্দেশ করিতেছে। এই চিত্র দ্বয় হইতে দেখা যাইতেছে কিরূপে সিরিজ যন্ত্রে প্রবাহের সহিত ভোল্টেজ বাড়ে ও সাণ্ট যন্ত্রে প্রবাহের সহিত ভোল্টেজ কমে। সুতরাং এখন যদি এরূপ একটি কম্পাউণ্ড যন্ত্র করা যায় যে তাহার সাণ্ট অংশের বিশেষত্ব রেখা ২৬০ চিত্রে দর্শিত রূপ হইলে সিরিজ-অংশের বিশেষত্ব রেখা ঐ চিত্রে দর্শিতরূপ হয়, তাহা হইলে উভয়ে: সাহায্যে সমস্ত যন্ত্রটির বিশেষত্ব রেখা সরল রেখা দ্বারা দর্শিত রেখার মত হইবে অর্থাৎ ইহা হইতে দেখা যাইতেছে যে কোন প্রবাহে ভোল্টেজ একভাব আছে।

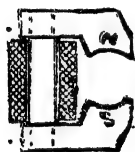
## চতুর্দশ পরিচয়।

রাজ্য চুম্বকের বিশেষ বিবরণ :- রাজ্য চুম্বক দুই প্রকারের হইতে পারে—

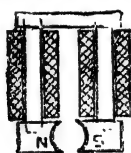
১। ‘শ্যালিয়েন্ট’ মেরু বিশিষ্ট ( Salient Pole ),

২। ‘কন্সিকোয়েন্ট’ মেরু বিশিষ্ট ( Consequent Pole ),

শ্যালিয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক ২৬১—২৬৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, তন্মধ্যে ২৬১ চিত্রে ইয়াকে কয়েল দ্বারা উৎপাদিত ও ২৬৩ চিত্রে বাহুদ্বয়ে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত শ্যালিয়েন্ট মেরু দেখান হইয়াছে। অবশ্য দুই বাহুতে দুইটি কয়েল ব্যবহার না করিয়া একটি বাহুতে, আমপেয়ার পাক দ্বিগুণ হয় এরূপ, অধিক সংখ্যক পাকের একটি কয়েল ব্যবহার করিলেও



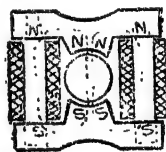
চিত্র—২৬১



চিত্র—২৬২



চিত্র—২৬৩

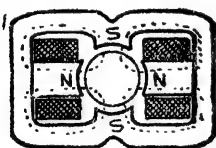


চিত্র—২৬৪

চলে। কন্সিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক ২৬৪ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহা দুই ইয়াকে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত। এই চিত্রগুলি হইতে এই দুই প্রকার মেরুর মধ্যে প্রভেদ দৃষ্ট হইবে—শ্যালিয়েন্ট মেরুর বেলায় চুম্বকের লৌহপথ সম্পূর্ণ নহে, উহার শেষভাগদ্বয়ে অর্থাৎ মেরুখণ্ডদ্বয়ে বিপরীত মেরুদ্বয় সৃষ্ট হয়, আর কন্সিকোয়েন্ট মেরুর বেলায় চুম্বকের লৌহপথ সম্পূর্ণ বটে কিন্তু মাঝখানে প্রত্যেক কয়েল দ্বারা একই স্থানে একই প্রকার মেরু সৃষ্ট হয়। চিত্রে ইহাদের বলরেখাগুলি দেখিলে উহাদের পার্থক্য আরও সহজে বোধগম্য হইবে।



**চুষকের মেরু-সংখ্যা :—** পূর্বে যে সকল ডায়নামোর উল্লেখ করা হইয়াছে তাহারা সকলেই দ্বি-মেরু বিশিষ্ট, কিন্তু ইহাদের সংখ্যা ২, ৪, ৬, ৮ বা আরও অধিক জোড় সংখ্যক হইতে পারে, তবে নিত্যন্ত বৃহৎ যন্ত্র না হইলে ১৬ বা ৩২ মেরু বিশিষ্ট চুষক করা হয় না, কারণ ইহাতে এত অধিক ‘ফিটিং’ প্রয়োজন হয় ও এত অধিক পরিশ্রম পড়ে যে, মেরুসংখ্যা পরিবর্তনের সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই অধিক হয়। মেরুসংখ্যা পরিবর্তনের সুবিধা এই যে চুষকের নিমিত্ত অল্প পরিমাণ লৌহ প্রয়োজন হয়, রাজ্য কয়েলে অল্প পরিমাণ তার লাগে ও আমেরচারেরও তারের পরিমাণ অল্প লাগে। ইহার কারণ ২৬৫, ২৬৬, ২৬৭ চিত্রগুলি হইতে বুঝিতে পারা যাইবে। এই চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে যে ইয়োকটিকে ফ্রেমের আকারে ব্যবহার করা হয় এবং এই ফ্রেমের স্থূলতা কয়েল আবৃত্তি বাহর স্থূলতার অঙ্কুরপ। সুতরাং ২ মেরু বিশিষ্ট চুষক হইলে বাহর স্থূলতা যেরূপ হইবে, ৪, ৬ বা ৮ মেরু বিশিষ্ট চুষক হইলে বাহর স্থূলতা

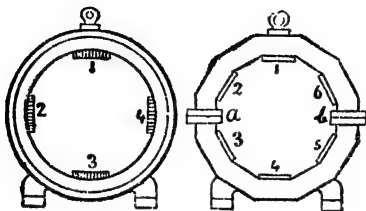


চিত্র—২৬৫

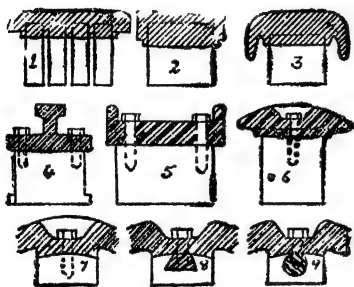
যথাক্রমে মোটামুটি তাহার  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  বা  $\frac{3}{4}$  হইবে, সুতরাং ফ্রেমের স্থূলতাও ঐরূপ  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  বা  $\frac{3}{4}$  হইবে। মেরুসংখ্যা পরিবর্তনে রাজ্যকয়েলে অল্প পরিমাণ তার প্রয়োজন হয়, তাহার কারণ এই যে, দ্বি-মেরু চুষকে পাকসংখ্যা যত হইবে

বহু মেরু চুষকেও মোট পাকসংখ্যা তাহাই হইবে। সুতরাং দ্বি-মেরু চুষকের বাহু খোটা বলিয়া তারের প্রত্যেক পাক লম্বা হয়, অতএব মোটা তার অধিক লাগে। আবার বহু মেরুর বেলায় প্রত্যেক মেরুর তেজ কম বলিয়া আমেরচার রি-একসান কম হয়, এবং চারিদিকেই একটু একটু তফাতে মেরু আছে বলিয়া আমেরচারে পাকসংখ্যা অল্প করিয়া দিলেও চলে—সুতরাং আমেরচারে কম তার হইলেই চলে। ২৬৫ চিত্রে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত চারি মেরু বিশিষ্ট চুষক দর্শিত হইয়াছে।

বহু মেরু চুম্বকের মেরুগুলি এরূপ ভাবে উৎপাদিত হয় যেন একটি মেরুর পর বিপরীত মেরু থাকে। এরূপ চুম্বকের রাজ্য তাহাদের বলরেখা



চিত্র—২৬৬, ২৬৭



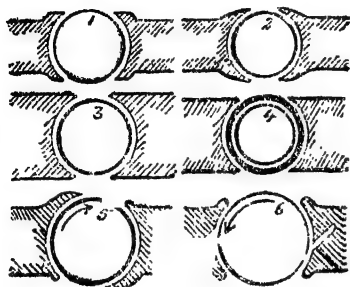
চিত্র—২৬৮-২৭৬

পরীক্ষাকালে আর্মেচারকে বাহির করিতে হয় না—উপরের অংশটিকে সরাইয়া আর্মেচার পরীক্ষা করা চলে। ইয়োক বা ফ্রেমের সহিত বাহুগুলি একরূপে সংবদ্ধ হয় তাহা নানাপ্রকার ইয়োকের সেকসান চিত্র (চিত্র ২৬৮—২৭৬) দেখিলে বুঝিতে পারা যাইবে।

চুম্বকের মেরুখণ্ড ( Pole pieces ) :—ইহারা চুম্বক বাহুর বা কোরের ( Core ) আর্মেচার শেষভাগে সংযুক্ত থাকে বা বাহুর সহিত একসঙ্গে ঢালাই হইয়া প্রস্তুত হয়। ইহাদের কার্য আর্মেচারের সহিত বাহুর মুখের ব্যবধান সমান রাখা সেইজন্য ইহার আর্মেচারের নিকটবর্তী অংশ

দ্বারা ২৬৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। বহু মেরু ডায়নামোর ইয়োক বৃত্তাকার ( চিত্র—২৬৬ ) বা বহুভুজ-আকার ( চিত্র—২৬৭ ) হয় এবং ইহাতে চুম্বক বাহু সকল বসাইবার বন্দোবস্ত থাকে। ইহা চিত্রদ্বয়ে সংখ্যা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। বৃহৎ যন্ত্র হইলে ফ্রেমটি দুইভাগে গঠিত হয়, তাহাদের মধ্যে একটি উপরের অংশ ও অপরটি নিম্নের অংশ (চিত্র—২৬৭)। এইরূপ খণ্ডিত ফ্রেমের সুবিধা এই যে, আর্মেচার

বৃত্তাংশের মত (চিত্র ২৭৭-২৮২)। বায়ুস্তরের বাধা কমাইবার জন্য ইহাদের বৃত্তাংশাকারগুলির শেষভাগ শৃঙ্গের মত বাড়াইয়া দেওয়া হয়, চিত্র ২৭৮,



চিত্র—২৭৭-২৮২

যাহাতে চুম্বকরাজ্য এক ভাবের থাকে। কোন কোন স্থলে আর্মেচার বেদিকে ঘোরে সেই দিকের শৃঙ্গকে অধিক বাড়ান হয়, (চিত্র—২৮১), আবার এক প্রকার ডায়নামোতে মেরু খণ্ডদ্বয়ের মাঝে একটি চোঙ্গের মত লৌহ থাকে, এই চোঙ্গের মধ্যে

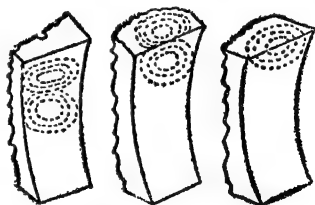
আর্মেচার ঘোরে (চিত্র—২৮০)। আবার কোন কোন স্থলে মেরুখণ্ডে হেলান খাঁজ বা স্লট (Slot) কাটা থাকে (চিত্র—২৮২)।

**এডি কারেন্ট, মেরুখণ্ড ও বাহুর ল্যামিনেশন**  
(Eddy current, Lamination of Pole piece and Core):—

আর্মেচার ঘুরিবার সময় বলরেখা সকল মেরুখণ্ডের ও বাহুর মধ্যে এক স্থান



চিত্র—২৮৩-২৮৫



চিত্র—২৮৬-২৮৮

হইতে অল্পতাল চালিত হয় (চিত্র ২৮৩-২৮৫) তজ্জন্ত উহাদের মধ্যে এডি কারেন্ট উৎপন্ন হয়। এই এডিকারেন্টের পথ সকল ২৮৬-২৮৮ চিত্রে দেখান হইয়াছে। এই এডিকারেন্টকে কমাইবার নিমিত্ত বাহু ও মেরুখণ্ডকে 'ল্যামিনেটেড' করিতে হয় অর্থাৎ উহাদিগকে একটি নিরেট লৌহখণ্ড

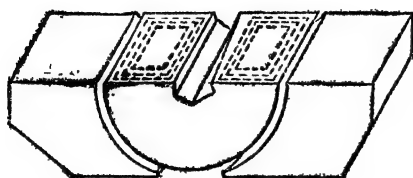
না করিয়া কতকগুলি ইন্সুলেটেড লৌহপাতকে একত্র সংযুক্ত করিয়া প্রস্তুত



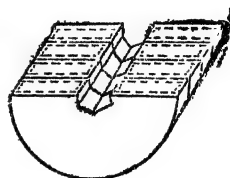
চিত্র—২৮৯

করা হয়, চিত্র ২৮৯। ইহাতে বৈদ্যুতিক পথ সকল স্তূর্ণ হইয়া যায় বলিয়া এডিকারেন্টের প্রকোপ অধিক হয় না, অথচ চুম্বক পথেরও কিছু ব্যাঘাত ঘটে না।

এই জন্ত আমেরিচার কোরকেও ল্যামিনেটেড করিতে



চিত্র—২৯০



চিত্র—২৯১

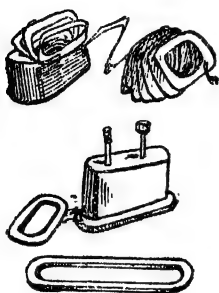
হয়, চিত্র ২৯১। ল্যামিনেটেড বাহুগুলির ফ্রেমের সহিত সংযোগ স্থলে কোনরূপ বায়ুস্তর থাকিলে চুম্বক পথের বাধা অত্যন্ত অধিক হয় বলিয়া ইহাদিগকে ফ্রেমের সহিত ‘কাষ্ট ওয়েল্ডিং’ (Cast welding) করা হয়।

**ল্যামিনেটেড বাহুর অসুবিধা** :—বাহুগুলিকে ‘ল্যামিনেটেড’ করিতে হইলে অর্থাৎ রোধিত লৌহপাত দ্বারা নির্মিত করিতে হইলে উহাদিগকে আর গোল চোঙ্গের মত রাখা চলে না, চতুষ্কোণ হইয়া যায়। সুতরাং, যেহেতু সম বিস্তৃতির জন্ত বৃত্ত অপেক্ষা চতুষ্কোণের পরিধি অধিক, ইহার উপর কয়েলের প্রত্যেক পাকটির তার অধিকতর লম্বা হইবে, অতএব কয়েলে অধিক পরিমাণ তার লাগিবে।

**রাজ্যকশ্বেল (Field Coil)** :—ইহা কোন কোন স্থলে ফর্মার উপর জড়াইয়া, পরে ফর্মার হইতে খুলিয়া লইয়া ব্যবহার হয়, অথবা কাঠিমের উপর জড়ান হয় ও ঐ কাঠিম সমেত ব্যবহার হয়। পূর্বোক্তকে Former wound ও শেষোক্তকে Spool wound বলে। এই কয়েল-গুলিকে চুম্বক লৌহের বাহুতে বা ইয়াকে গলাইয়া পরাইয়া দেওয়া হয়।

এইভাবে কয়েল নির্মাণে তারকে জড়াইতে খুব সুবিধা হয় এবং কয়েলের কোন দোষ হইলে সহজেই কয়েলটিকে বা কয়েলসমেত কাঠিমকে বাহির করিয়া লইয়া উহা পরীক্ষা করা যায়। এই নিমিত্ত চুষক লৌহের গাত্রে তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত হয় না। ভাল ইনসুলেটেড তার দিয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয়, যাহাতে পাশাপাশি দুইটি পাকের সংস্পর্শে বৈদ্যুতিক সংযোগ স্থাপিত না হয় এবং প্রত্যেক স্তরকে অপর স্তর হইতে বিশেষ যত্নের সহিত ইনসুলেট করিতে হয় এবং কম্পাউণ্ড ডায়নামোর সিরিজ কয়েল হইতে সান্টকয়েলকে ভালরূপ ইনসুলেসন দ্বারা পৃথক করিতে হয়। এই ইনসুলেসনের নিমিত্ত সচরাচর প্রেসপ্যান (Press-pahn) কাগজ ব্যবহার হয়। অবশেষে চুষক লৌহ হইতে কয়েলকে ইনসুলেট করিবার নিমিত্ত কয়েলের বহির্গাত্রে প্রথমে প্রেসপ্যান ও তৎপরে বাণিষযুক্ত ফিতা জড়াইতে হয়—অবশ্য, মোটের উপর ইহার দ্বারা সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই অধিক সৃষ্ট হয়, কারণ ইহাতে কয়েলের মধ্যে উৎপন্ন উত্তাপ নির্গমের অসুবিধা হয়। কয়েলের মধ্যে উৎপন্ন উত্তাপ প্রথমতঃ ক্রমগমন দ্বারা স্তরগুলির মধ্য দিয়া বহির্গাত্রে আসে ও তথা হইতে প্রবাহন ও প্রসারণ দ্বারা নির্গত হইয়া বায়ুতে বায়ু অথবা চুষক লৌহে প্রবেশ করে ও তন্মধ্য দিয়া সহজেই ক্রমগমন দ্বারা পরিচালিত হইয়া যায়। কোন কোন স্থলে বায়ু খেলিয়া কয়েলকে শীতল রাখিবার জন্য উহার মধ্যে মুক্তপথ থাকে। সান্ট যন্ত্রের রাজ্য কয়েলের বাধা অধিক হওয়া প্রয়োজন বলিয়া ইহা সর্ব তার দিয়া প্রস্তুত হয়। সিরিজ যন্ত্রের রাজ্যকয়েলের তারটি মোটা হওয়া দরকার এবং বড় বড় যন্ত্রে তান্ত্রের ফিতার মত লম্বা সর্ব ফালি ফ্রেমের উপর ধারের দিকে কয়েলের আকারে বাঁকাইয়া (চিত্র—২০২) পরে হাতে করিয়া প্রত্যেক পাকটিকে ইনসুলেট করিয়া ব্যবহার করা হয়। কয়েলগুলি পরস্পর পরস্পরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়, যাহাতে প্রত্যেকটির মধ্য দিয়া একই প্রবাহ বহে এবং ইহাদিগকে এরূপ

ভাবে সংযোগ করিতে হয় যেন একটি মেরুর পর তাহার বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়, অথচ অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে সাহায্য করে অর্থাৎ অবশিষ্ট চুম্বকত্বের



চিত্র—২২২

জন্ম কয়েলের তারের শেষভাগদ্বয় বাহিরে নিষ্কাশিত করিয়া রাখিতে হয়, এবং অভ্যন্তরস্থ শেষভাগটিকে

একপভাবে ইনসুলেট করিয়া বাহির করিয়া আনিতে হয়, যেন উহা উপরিস্থ তারের সহিত সংযোগ হইয়া, স্ট সার্কিট হইয়া না যায়। এই নিমিত্ত সচরাচর শেষভাগদ্বয়ের একটিকে উপরদিক অপরটিকে নিম্নদিক দিয়া বাহির করিতে হয়।



চিত্র—২২৩

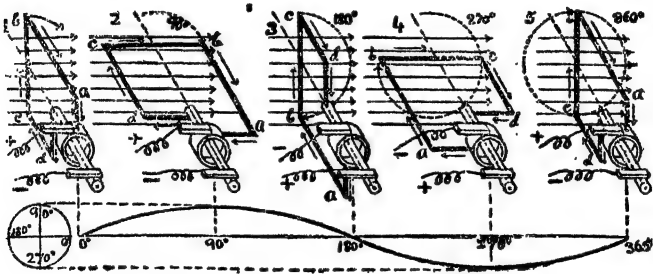
চিত্র—২২৪

## আর্মেচার।

**আর্মেচার (Armature):**—আর্মেচার বলিতে যাহা বুঝায় তাহাকে প্রধানতঃ দুই অংশে বিভক্ত করা যায়—১। লৌহখণ্ড (Iron Core) ২। তদুপরি জড়ান তারের কয়েল (The Coil wound over it)।  
আর্মেচারের লৌহখণ্ডের আকার তিনপ্রকার—১। বলয় বা রিং (Ring), ২। ঢকা বা ড্রাম (Drum) ও ৩। চাকতি বা ডিস্ক (Disc) আকারের।

এখন আমেরচারের উপর কি কারণে তার বিরূপভাবে জড়ান উচিত তাহা বুঝিবার জন্য ২৪৪ চিত্র দ্রষ্টব্য। ইহাতে চুম্বকরাজ্যে কেবলমাত্র একটি ফাঁস ঘুরিতেছে এবং প্রত্যেক পুরা একপাক ঘূর্ণনকালে সর্বত্র বলরেখা ছেদনের হার সমান হয় না। এবং সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ বলরেখা ছেদনের হারের অনুপাতে হয় বলিয়া, যেখানে বেক্রপ হারে বলরেখা ছেদিত হয় সেখানে অর্থাৎ সেই সময়ে সেই পরিমাণে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়।

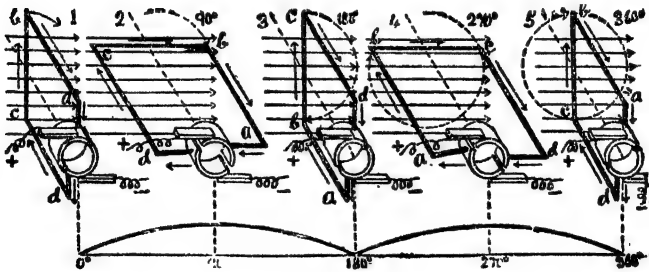
যথা—২২৫ চিত্রে ফাঁসটি (১) অবস্থায় হইতে (২) অবস্থায় আসিবার কালে প্রথম অবস্থায় বলরেখা এক রকম কাটিতে না বলিলেই চলে, সেইজন্য ঐ সময় কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় না। পরে ক্রমশঃই অধিক হইতে অধিকতর পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও একরূপভাবে ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে, (২) অবস্থার সময়



চিত্র—২২৫

সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে বলিয়া ঐ সময় সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয়। পরে (২) অবস্থা হইতে (৩) অবস্থায় বাইবার কালে বলরেখা ছেদনের হার ক্রমশঃ কমিয়া যাইতে থাকে, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও ঐ অনুসারে সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণ হইতে ক্রমশঃ কমিয়া যাইতে থাকে ও (৩) অবস্থায় গৌড়িলে পুনরায় বলরেখা ছেদনের হার শূন্যে পরিণত হয়, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও ঐ সময় (কমিয়া) শূন্য হইয়া যায়। পরে (৩) অবস্থা হইতে (৪) অবস্থায় বাইবার কালে তারগুলি বিপরীত গতিতে বলরেখা কাটিতে থাকে বলিয়া সম্ভাবিত ভোল্টেজের

দিক বিপরীত হইয়া যায় এবং (১) হইতে (২) অবস্থায় যাইবার সময় প্রথম অবস্থায় বলরেখা ভেদনের হার শূন্য হইতে ক্রমশঃ বাড়িয়া (৩) অবস্থায় সর্বাপেক্ষা অধিক হয় বলিয়া, এই বিপরীত দিকে সম্ভাবিত ভোল্টেজও শূন্য হইতে বাড়িয়া (৪) অবস্থায় সময় সর্বাপেক্ষা অধিক হয় ও অবশেষে (৪) অবস্থা হইতে (৫) অবস্থায় আসিবার সময়, পূর্বের (২) হইতে (৩) অবস্থায় আসিবার সময়, বিপরীত দিকে সম্ভাবিত ভোল্টেজ অধিক পরিমাণ হইতে কমিয়া (৫) অবস্থায় শূন্যে পরিণত হয়। এখন পূর্ণ একপাক ঘূর্ণন হইল এবং এই সময়ে কিরূপে সম্ভাবিত ভোল্টেজ প্রথমাবস্থায় শূন্য হইতে ক্রমশঃ বাড়িয়া সর্বাপেক্ষা গরিষ্ঠ পরিমাণে পৌঁছায় ও তৎপরে ক্রমশঃ কমিয়া পুনরায় শূন্য হয় ও তৎপরে ইহার দিক বিপরীত হইয়া যায় ও এই বিপরীত দিকের সম্ভাবিত ভোল্টেজ পূর্বের সময় প্রথমাবস্থায় ক্রমশঃ বাড়িয়া সর্বাপেক্ষা গরিষ্ঠ পরিমাণ হইয়া তৎপরে ক্রমশঃ কমিয়া পুনরায় শূন্যে পরিণত হয়—তাহা উক্ত চিত্রের নিম্নভাগে গ্রাফ দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। এখন উহাকে আবার ঘুরাইতে থাকিলে সম্ভাবিত ভোল্টেজ পুনরায় ঠিক



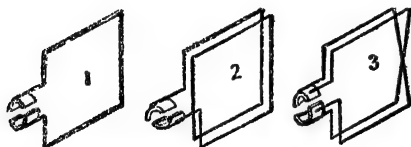
চিত্র—২২৬

এইভাবেই হইতে থাকিবে। এবং যেহেতু ভোল্টেজের অনুপাতে প্রবাহ হয়, সম্পূর্ণ পথ হইলে সম্ভাবিত প্রবাহের পরিমাণও এইভাবে পরিবর্তিত হইবে। সুতরাং তাহাও প্রায় ঠিক এইরূপ গ্রাফ চিত্র দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে। ইহাকে ‘অলটারনেটিং’ বা পরিবর্তনশীল (Alternating) কারেন্ট বলে। গ্রাফচিত্রের এইরূপ রেখাকে ‘সাইন কন্ড’ (Sine Curve) বলে। সুতরাং অলটারনেটিং কারেন্ট ও তাহার ভোল্টেজ সাইনকন্ড দ্বারা সূচিত হয়। এখন এই (৩) অবস্থা পার হইবার সময় অর্থাৎ সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহের দিক বিপরীত হইবার সময় যদি, কমিউটেটরের সাহায্যে, বহির্পথের সহিত



সংযোজনও বদলাইয়া যায়, তাহা হইলে যদিও এই ফাঁসটির (আমের্টার তার) মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহের পরিমাণ ও দিক উল্লিখিত ভাবে পরিবর্তিত হইতে থাকিবে বটে, কিন্তু বহির্পক্ষে উক্তপ্রকারে ভোল্টেজ ও প্রবাহের পরিমাণ বদলাইতে থাকিবে, পরন্তু দিক বদলাইবে না, উহার সব সময়েই একই দিকে হইবে। সুতরাং এই অবস্থায় বহির্পক্ষের ভোল্টেজ ও প্রবাহ ২২৬ চিত্রের নিম্নভাগে গ্রাফ দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে। এখনও কিন্তু এই প্রবাহকে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট (Continuous Current) বলা চলে না। একরূপ প্রবাহের বিশেষ কোনও নাম নাই, তবে একান্ত কোন নাম দিতে হইলে ইহাকে একই দিকে বহমান স্পন্দনশীল প্রবাহ (Pulsating Current in the same direction) বলা চলে।

এখন কি ভাবে ফাঁসের শেষভাগদ্বয়ে সংযুক্ত কমিউটেটর বা ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজ বা প্রবাহের পরিমাণ বাড়াইতে পারা যায় দেখা

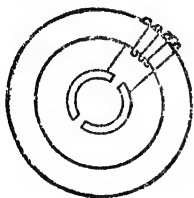


চিত্র—২২৭-২২৯

যাদক : ২২৭—২২৯ চিত্র তিনটি দেখিলে দেখা যাইবে যে ২২৭ চিত্রে ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে যত

ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে

২২৮তে দুইটি পাক সিরিজে সংযুক্ত থাকা হেতু উহার ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে দ্বিগুণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে কিন্তু প্রবাহ সমান থাকিবে, এবং ২২৯ চিত্রে দুইটি পাক পারাণালে সংযুক্ত আছে, ইহাতে ব্রাস দুইটির মধ্যে ভোল্টেজ



চিত্র—৩০০

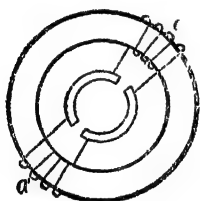
বাড়িবে না, একটি ফাঁসের জায় হইবে, কিন্তু প্রবাহ দ্বিগুণ হইবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে সিরিজে সংযুক্ত পাকসংখ্যা বাড়াইলে ঐ পাকসংখ্যা অনুপাতে ভোল্টেজ বাড়িয়া যায়। সুতরাং যদি একটি কয়েল (চিত্র ৩০০)

ব্যবহার করা হয়, তাহা হইলে কয়েলের পাক সংখ্যানুপাতে উহাতে সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ বাড়িয় যাইবে

এবং এই কয়েলটি মেরুর সন্নিহিত হইবার সময় বলরেখা ছেদনের হার সর্বাপেক্ষা অধিক হয় বলিয়া ঐ সময় গরিষ্ঠ পরিমাণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় এবং প্রত্যেক বার ঘূর্ণনে, দ্বি-মেরু বহু, উহা একবার  $N$  মেরু ও অর্ধেক পাক ঘুরিয়া  $S$  মেরুর সন্নিহিত হয় বলিয়া, এই দুই সময় সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয়, সুতরাং ইহার ভোল্টেজের গ্রাফ

চিত্র—৩০১

পূর্বের ভায়ে একবার ঘূর্ণনে দুইবার স্পন্দনশীল হইবে, চিত্র ৩০১। এখন যদি এই কয়েলের ঠিক বিপরীত দিকে অর্থাৎ  $180^\circ$  ব্যবধানে ঐরূপ আর একটি কয়েল স্থাপিত হয় তাহা হইলে এক একটি কয়েল এক একটি মেরুর



চিত্র—৩০২

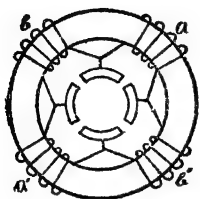
অধীন হইবে, সুতরাং যুগপৎ উভয় কয়েলেই সন পরিমাণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে। এখন উহাদিগকে পরস্পরের সহিত এরূপ ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে যে উহাদের অবশিষ্ট শেষভাগদ্বয় কমিউটেটরের সহিত সংগ্ন হইয়া ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে বরেলদ্বয়ের সম্ভাবিত কারেন্টের সমষ্টি কারেন্ট উৎপন্ন করিবে, ৩০২ চিত্র, অর্থাৎ দ্বিগুণ কারেন্ট সৃষ্ট হইবে, কিন্তু স্পন্দনসংখ্যা প্রতি ঘূর্ণনে দুইবার হইবে।



চিত্র—৩০৩

অতএব দেখা যাইতেছে যে বিপরীত দিকে অবস্থিত একজোড়া কয়েল দ্বারা

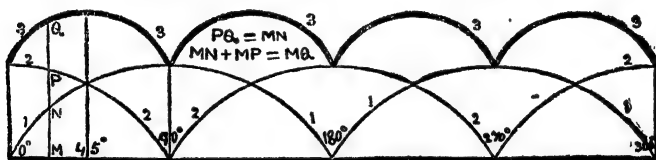
কারেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, কিন্তু স্পন্দন প্রতি ঘূর্ণনে দুইবার হয়, চিত্র ৩০৩। এখন যদি সমান দূরস্থিত এইরূপ আরও একজোড়া কয়েল অর্থাৎ মোট চারটি কয়েল লওয়া হয় (চিত্র ৩০৪), তাহা হইলে প্রত্যেক ঘূর্ণনে



চিত্র—৩০৪

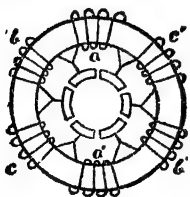
প্রতিজোড়া কয়েলে দুইবার করিয়া স্পন্দন হইবে, অর্থাৎ দুইজোড়া কয়েলে মোট ৪ বার স্পন্দন হইবে। স্পন্দন সংখ্যা যত বাড়িতে থাকে, স্পন্দনের সীমা ততই কমিয়া যায় ও মোট ভোল্টেজের গ্রাফরেখা সরল রেখার

ভায়ে হইতে থাকে। ইহা ৩০৫ চিত্রে গ্রাফদ্বারা দর্শিত হইয়াছে। ১ চিহ্নিত রেখাটি A, A' কয়েলের ভোল্টেজ রেখা ও ২ চিহ্নিত রেখাটি B, B'



চিত্র—৩০৫

কয়েলের ভোল্টেজ রেখা, সুতরাং কোন সময়ের ভোল্টেজ উহাদের মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজের সমষ্টি, যথা O M সময়ের ভোল্টেজ—A ও A'

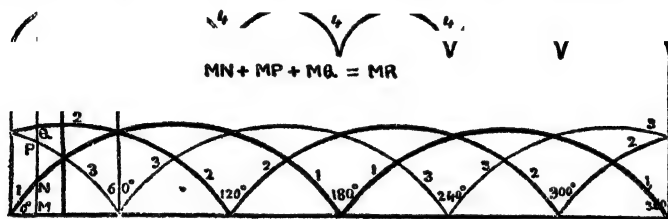


চিত্র—৩০৬

কয়েল হেতু  $P M + B$  ও  $B'$  কয়েল হেতু  $N M - Q M$  (P হইতে M N এর সহিত সমান করিয়া মাগিয়া Q বিন্দুটি পাওয়া যায়)। এইরূপ ভাবে মোট ভোল্টেজ জুপি বাহির করিলে চিত্রে (৩) চিহ্নিত রেখাটি পাওয়া যায়। ইহা হইতে দেখা যাইতেছে যে,

প্রতি ঘূর্ণনে ৪ বার স্পন্দন হয় এবং স্পন্দনের সীমা অল্প হয়। ঠিক এইরূপে

যদি তিন জোড়া বা ৬টি কয়েল লাগান হয়, চিত্র ৩০৬, তাহা হইলে ৩০৭ চিত্র অনুযায়ী (১) চিহ্নিত রেখা A ও A' এর, (২) চিহ্নিত রেখা B ও B' এর এবং (৩) চিহ্নিত রেখা C ও C' এর ভোল্টেজ রেখা। সুতরাং যে কোন সময়ের ভোল্টেজ ঐ সময়ের তিনটি ভোল্টেজের সমষ্টি, যথা O M সময়ের ভোল্টেজ = NM + PM + QM = RM। এইরূপে মোট ভোল্টেজ বাহির

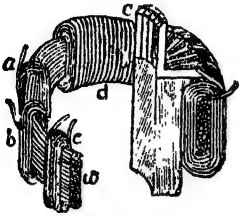


চিত্র—৩০৭

করিতে থাকিলে (৪) চিহ্নিত রেখা পাওয়া যাইবে এবং ইহা হইতে দেখা যাইবে যে প্রতি ঘূর্ণনে স্পন্দন সংখ্যা হয় ৬ ও স্পন্দনের সীমা অপেক্ষাকৃত আরও কমিয়া গিয়াছে। অতএব এইরূপে কয়েল সংখ্যা বাড়াইলে স্পন্দন এত দ্রুত হইবে এবং উহার সীমা এত কমিয়া যাইবে যে মোট ভোল্টেজ সবসময়ে পরিমাণে প্রায় একভাব হইবে এবং উহার গ্রাফ প্রায় সরলরেখা হইবে। এইরূপে একইদিকে প্রায় একভাব ভোল্টেজ ও তন্মুখে একভাব প্রবাহ উৎপন্ন হইতে পারে। এইরূপ প্রবাহকে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট (Continuous Current) বা সমভাবে একই দিকে বহমান প্রবাহ বলে।

**রিং আর্মচার (Ring Armature) :**—ইহা গ্রাম্মী (Gramme) কর্তৃক প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল ও আকৃতি বলয়াকার বলিয়া ইহাকে Gramme রিং আর্মচার বলে। পূর্বকালে ইহার কোর এডিকারেণ্ট ব্রাসের জন্ত একটি রোধিত লৌহ তারকে জড়াইয়া

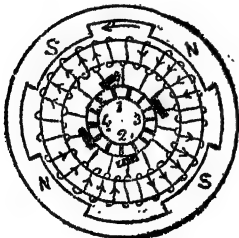
কয়েলের আকারে প্রস্তুত হইত, চিত্র ৩০৮, আজকাল কতকগুলি পাতলা বলয়াকার লৌহ পাতের চাকতির দ্বারা ইহা গঠিত হয় এবং এডি কারেন্ট



চিত্র-৩০৮

হ্রাসের জন্য প্রত্যেক চাকতিদ্বয়ের মধ্যে পাতলা কাগজ দিয়া উহাদিগকে বোধিত করিতে হয়। সচরাচর এ-নীল্ড চারকোল লৌহ (Annealed Charcoal iron) হইতে এই পাত প্রস্তুত হয়। রিং আমেচারের

কোরের উপর তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করা হয়, এই নিমিত্ত, কোরের বহির্ভাগ দিয়া তার লইয়া গিয়া রিংএর মধ্যস্থলের গর্তের মধ্য দিয়া তারকে ঢালাইয়া পুনরায় বহির্ভাগ দিয়া, এইভাবে কোরের কোন স্থানের চতুর্দিকে তারকে জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয় এবং এইরূপ একই দিকে জড়ান অনেকগুলি পৃথক পৃথক কয়েল কোরের বিভিন্নস্থানে প্রস্তুত করা হয়। প্রত্যেক কয়েলের শেষভাগদ্বয় কমিউটেটোরের দিকে নির্গত করিয়া রাখিয়া সন্নিহিত কয়েলদ্বয়ের সন্নিহিত শেষভাগদ্বয় একসঙ্গে সংযোগ করিয়া ঐ সংযোগস্থল কমিউটেটোরের একটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়। এই সংযোগ পদ্ধতি ৩০৯ চিত্র দেখিলে সহজেই বোধগম্য হইবে।



চিত্র-৩০৯

এই চিত্রে একটি ৪ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র দর্শিত হইয়াছে—ইহাতে ধেরূপ অবস্থায় মেরুগুলি সজ্জিত আছে এবং আমেচারের উপর তীর দ্বারা উহার যেরূপ ঘূর্ণন গতি দর্শিত হইয়াছে, তাহাতে আমেচারের কয়েলগুলির মধ্যে তীর দ্বারা দর্শিত দিকে প্রবাহ উৎপন্ন

হইবে। এখন দেখা যাইবে যে উপরিস্থ N ও S মেরুদ্বয়ের সন্নিহিত

কয়েলের অংশদ্বয়ে বিপরীত দিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হইতেছে এবং এই বিপরীত প্রবাহদ্বয় (১) চিহ্নিত+ব্রাস দিয়া বহির্পথে বহিয়া (৩ ও ৪) চিহ্নিত-ব্রাসদ্বয় দিয়া আমেরচার কয়েলের উর্দ্ধ অর্দ্ধাংশে পুনরায় ফিরিয়া আসিতেছে। এবং ঠিক সেই সঙ্গে নিম্নস্থ N ও S মেরুদ্বয়ের সম্মিহিত কয়েলের অংশদ্বয়ে বিপরীত দিকে বহমান প্রবাহ উৎপন্ন হইতেছে ও তাহারা (২) চিহ্নিত+ব্রাস দিয়া বহির্পথে বহিয়া (৩ ও ৪) চিহ্নিত-ব্রাসদ্বয় দ্বারা আমেরচার কয়েলের নিম্ন অর্দ্ধাংশে ফিরিয়া আসিতেছে।

অতএব দেখা যাইতেছে যে আমেরচার কয়েলটি চারি অংশে বিভক্ত হইয়া যাইতেছে, সুতরাং চারিটি ব্রাস প্রয়োজন হইবে এবং ইহাদের এক একটিকে মেরুদ্বয়ের মাঝে একরূপ ভাবে স্থাপিত করিতে হইবে যেন চারি অংশে বিভক্ত আমেরচার কয়েলের সম্মিহিত অংশদ্বয়ের বিপরীতগামী প্রবাহদ্বয় যে স্থানে আসিয়া মিশিতেছে সেই স্থানগুলি যেন ব্রাস দ্বারা সংযুক্ত হয়, যাহাতে এক একটি ব্রাসের মধ্য দিয়া বিপরীত প্রবাহদ্বয় একত্রে প্রবাহিত হয়।

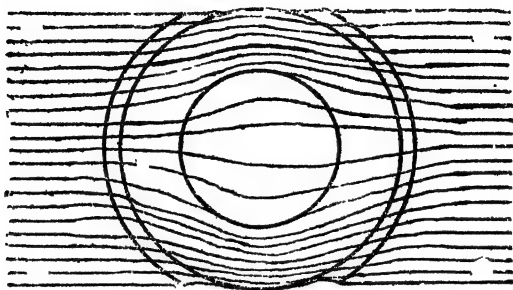
অতএব বহু মেরু যন্ত্রে যতগুলি মেরু আছে ততগুলি ব্রাস প্রয়োজন হয়। ইহাতে আরও দৃষ্ট হইবে যে এই ভাবে তার জড়ান হইলে+ব্রাসদ্বয়ের (১ ও ২ চিহ্নিত) মধ্যে কোনরূপ পোটেনশ্যাল পার্থক্য নাই, সুতরাং উহাদিগকে প্যারাললে সংযোগ করা চলে, অর্থাৎ (২) চিহ্নিত ব্রাসকে (১) চিহ্নিত ব্রাসের সহিত একটি তার দ্বারা সংযোগ করিয়া (১) চিহ্নিত ব্রাসকে বহির্পথের সহিত সংযোগ করা চলে। ইহাতে (২) চিহ্নিত ব্রাসকে আর ব্যবহার করিবার প্রয়োজন হয় না, কেবলমাত্র ঐ (১) চিহ্নিত একটি ব্রাস থাকিলেই চলিবে। ঠিক সেইরূপ (৩ ও ৪) চিহ্নিত ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে কোনরূপ পোটেনশ্যাল পার্থক্য না থাকা হেতু, বহির্পথের সহিত সংযোগের জন্য দুইটির পরিবর্তে যে কোন একটিকে ব্যবহার করা চলে, অর্থাৎ (৪) চিহ্নিত ব্রাসকে ব্যবহার না করিয়া উহাকে (৩) চিহ্নিত ব্রাসের সহিত একটা তার দ্বারা সংযুক্ত রাখিয়া কেবলমাত্র (৩) চিহ্নিত ব্রাসকে

ব্যবহার করা চলে। এইরূপ ( 1, 2 ) ও ( 3, 4 ) ত্রাস চারিটির পরিবর্তে কেবলমাত্র ( 1 ও 3 ) ত্রাসদ্বয়কে বহির্পথের সহিত সংযোগ করিবার জন্য ব্যবহার করা যাইতে পারে। আমেরচার কয়েল যদি জোড়সংখ্যক অংশে বিভক্ত হয়, অর্থাৎ যদি আমেরচারে জোড়সংখ্যক কয়েল থাকে, তাহা হইলে কমিউটেটোরেরও জোড়সংখ্যক পরিচালক খণ্ড থাকিবে। অতএব প্রত্যেক পরিচালক খণ্ডের ঠিক বিপরীত দিকে আর একটি করিয়া পরিচালক খণ্ড পাওয়া যাইবে এবং যেহেতু এই পরিচালক খণ্ডদ্বয়ের মধ্যে কোনরূপ পোটেনশ্যাল পার্থক্য হয় না, উহাদিগকে আড়াআড়িভাবে একটি করিয়া তার দিয়া সংযুক্ত করিয়া রাখিলে অর্ধেক সংখ্যক ত্রাস ব্যবহার করিলেই চলিবে। এরূপ আমেরচারকে ক্রস-কানেক্টেড (Cross Connected) আমেরচার বলে।

৩০৮ চিত্র কয়েল বিশিষ্ট তার নির্মিত রিং-আমেরচারের ছেদ দৃশ্য। W আমেরচার কোরের ছেদিত রোধিত তারের দৃশ্য, a, b, c, d আমেরচারের উপর জড়ান কয়েল সকল। সহজে বুঝিবার জন্য a, b, c, এর নিকট হইতে কতকগুলি কয়েল খুলিয়া লওয়া হইয়াছে। C কমিউটেটোরের পরিচালকখণ্ড, ইহার প্রতি কোয়ার পার্শ্ববর্তী দুইটা কয়েলের সম্বন্ধিত শেষভাগদ্বয় সংযুক্ত হইয়াছে। আধুনিক বলয়াকার চাকতি নির্মিত রিং আমেরচারে তার জড়ান হয় এবং পাশাপাশি দুইটা তারের শেষভাগদ্বয় একত্রে কমিউটেটোরের একটি ধাতুখণ্ড বা কোয়ার সহিত ঝালিয়া উহার সহিত সংযুক্ত হয়।

রিং আমেরচারের মধ্যে বলরেখার অবস্থা ( চিত্র ৩১০ ) দেখিলে দেখা যাইবে যে প্রায় সমস্ত বলরেখাই লৌহখণ্ডের মধ্য দিয়া যায়, অতি অল্প সংখ্যক বলরেখা লৌহখণ্ডকে পার হইয়া বলয়ের মধ্যস্থলের বায়ুর মধ্য দিয়া যায়। সুতরাং আমেরচার কোরের অভ্যন্তরস্থ তারগুলি বলরেখা একরূপ কাটেই না বলিলেই চলে। সুতরাং এই অংশগুলিতে কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় না। এইজন্য ইহাদিগকে মৃত তার বা 'ডেড, অয়ার' (Dead

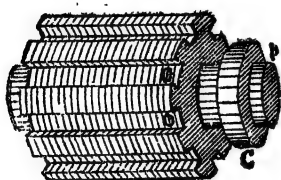
Wire) বলে। অথচ এইরূপ আমেরচারে ইহাদিগের ব্যতিরেকে বৈদ্যুতিক



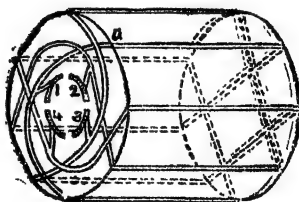
চিত্র—৩১০

পথ সম্পূর্ণ হয় না। অতএব দেখা যায়, রিং আমেরচারে নিষ্ফল তার অনেক লাগিয়া যায়—ইহাই রিং আমেরচারের দোষ।

**ড্রাম আমেরচার ( Drum Armature )** :—ইহার অবয়ব ৩১১ ও ৩১২ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে লৌহকোরের উপর দিক দিয়া অর্থাৎ বহির্গাত্রের উপর দিয়া তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয়। অতএব ইহাতে লৌহকোরের অভ্যন্তর দিয়া কোন তার নাই,



চিত্র—৩১১

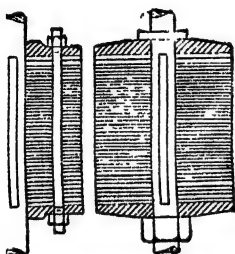


চিত্র—৩১২

সকল ফাঁস বা কয়েলগুলিই লৌহের উপর বা বহির্গাত্রের আছে, চিত্র ৩১২। স্তূত্রায় সমস্ত গুলিতেই ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে। অবশ্য আড়দিকে তারের যে অংশগুলি থাকে তাহাতে কোনরূপ আমেরচারেই ভোল্টেজ



সম্ভাবিত হয় না, উহারা কেবল মাত্র বৈদ্যুতিক পথের সংলগ্নতা রাখে। যাহাতে কয়েলগুলি স্ব স্ব স্থানে ঠিক ভাবে থাকে, তজ্জন্ম কোন কোন আমেরচার কোরের শেষভাগদ্বয়ে কীলক দ্বারা আটকাইবার ব্যবস্থা থাকে, কোথাও কোরের উপর লম্বালম্বি খাঁজ কাটা থাকে, চিত্র ৩১১। ঐ খাঁজের মধ্যে তার জড়াইতে হয়। এডিকারেণ্ট হ্রাস করিবার নিমিত্ত আধুনিক রিং আমেরচারের শ্রায় ড্রাম আমেরচার (কাগজ ব্যবহিত) পাতলা পাতলা



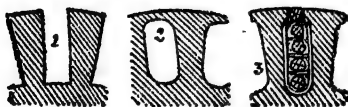
চিত্র—৩১৩ ও ৩১৪

লৌহচাকতি দ্বারা (চিত্র ৩১৩-৩১৪)

গঠিত হয় বলিয়া চাকতিগুলির ধারে খাঁজ কাটা হয়, অর্থাৎ দাঁত বিশিষ্ট চাকতিগুলি ঠিক ভাবে সাজাইলে কোরের উপর এই খাঁজ আপনা হইতেই উৎপন্ন হইবে। এই খাঁজ তিন প্রকার হয়, খোলা

খাঁজ (Open slot) চিত্র ৩১৫,

বন্ধ খাঁজ (closed slot) চিত্র ৩১৬, ও প্রায় বন্ধ খাঁজ, চিত্র ৩১৭, ইহার মুখটি এত অপ্রশস্ত যে কেবলমাত্র অল্প সংখ্যক তার গলিতে পারে। কীলক বিশিষ্ট কোরকে বন্ধুর বা 'স্মুদ' (Smooth) আমেরচার এবং খাঁজ



চিত্র—৩১৫-৩১৭

বিশিষ্টকে দাঁত বিশিষ্ট ('Toothed or Grooved') আমেরচার বলে। দাঁতবিশিষ্ট আমেরচারের

অনুবিধা এই যে দাঁতগুলির মধ্যে

ব্যবধান অধিক হইলে মেরু খণ্ডে সর্বত্র বলরেখা সমভাবে চারাইয়া পড়ে না, যথা ৩১৮ চিত্রে A স্থানে বলরেখা নাই বলিলেই হয়, অথচ উহার দুইপার্শ্বে বলরেখা আছে,—সুতরাং ঘূর্ণনকালে মেরুখণ্ডে এডি কারেন্ট সম্ভাবিত হয়। সেই নিমিত্ত একপভাবের দাঁত কাটিতে হয় যে, যে কোন

দাঁতদ্বয়ের শেষভাগের ব্যবধান যেন দাঁত হইতে মেরুখণ্ডের ব্যবধানের



চিত্র—৩১৮



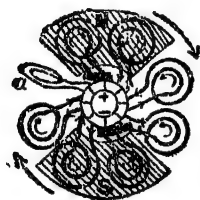
চিত্র—৩১৯

২—২ই গুণের অধিক না হয়।

তাহা হইলে মেরু খণ্ডের সমস্ত

বলরেখা প্রায় সমভাবে চারাইয়া পড়ে (চিত্র ৩১৯) ও এডিকারেণ্ট হইবার সম্ভাবনা থাকে না।

ডিস্ক আর্মেচার (Disc Armature) :—ইহার ব্যবহার প্রায় দৃষ্ট হয় না। এডিকারেণ্ট ও হিষ্টেরেসিস হেতু অপচয় রন ইহার উদ্দেশ্য। ইহার কয়েলগুলি সব



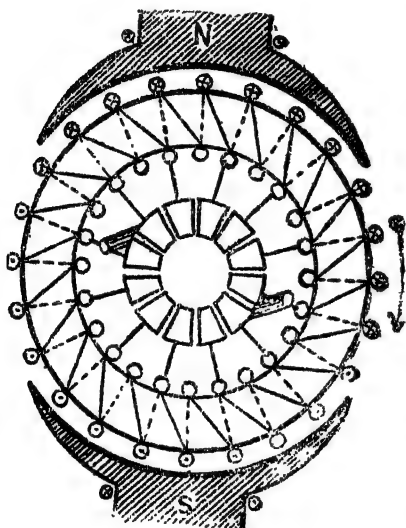
চিত্র—৩২০

সময় বলরেখাগুলিতে লম্বভাবে থাকে অর্থাৎ কয়েলের এক্সিস বা মেরু বলরেখার সহিত সমান্তরাল। অর্থাৎ রিং আর্মেচারের কয়েলগুলিকে ৯০° ঘুরাইয়া দিলে বেক্রপ হয়, ইহার কয়েলগুলি সেই অবস্থায় থাকে, চিত্র ৩২০। এই চিত্রে a কয়েল দ্বারা রিং আর্মেচারের একটি কয়েলের অবস্থা দর্শিত হইয়াছে। কয়েলগুলিকে একত্র অবস্থায় স্বস্থানে আবদ্ধ রাখা ও তাহাদিগকে কমিউ-

টেটার ও পরস্পরের সহিত সংযোগ করা দুঃসাধ্য বলিয়া ইহা ব্যবহার হয় না।

## পঞ্চদশ পরিচয় ।

আর্মেচারে তার জড়াইবার পদ্ধতি (Arm ture winding) :—ইচ্ছানুযায়ী ফল পাইবার জন্য আর্মেচারের তারগুলিকে



চিত্র—৩২১

ঠিকভাবে সংযোগ করা হই-  
মেক যন্ত্রের রিং আর্মেচার  
বা বহুমেরু যন্ত্রের রিং  
আর্মেচারের প্যারালল  
সংযোগ সহজ কার্য, তাহা  
৩০২ ও ৩০৩ চিত্র দেখিলেই  
বুঝিতে পারা যাইবে।  
কিন্তু ড্রাম আর্মেচারের  
পক্ষে বা বহুমেরু যন্ত্রের রিং  
আর্মেচারের নিরিস্র সং-  
যোজনের পক্ষে ইহা কিছু  
শক্ত, বিশেষতঃ যদি যন্ত্রটি  
বহুমেরু বিশিষ্ট হয়।

আর্মেচারের কয়েল সংখ্যা অধিক হইলে এই সংযোজন ক্রিয়া আরও কঠিন  
হইয়া দাঁড়ায়, সেই নিমিত্ত বড় বড় যন্ত্রের পক্ষে সংযোজনের উপদেশ  
তালিকাকারে দেওয়া থাকে।

এই তালিকাতে F দ্বারা ফ্রন্ট (Front) বা সম্মুখের তার অর্থাৎ কমিউটেটরের  
নিকটবর্তী তার, B দ্বারা (Back) বা পশ্চাতের তার অর্থাৎ কমিউটেটার হইতে  
বিপরীত দিকের তারকে এবং U ও D দ্বারা যথাক্রমে উপর (Up) ও নিম্ন (Down)  
দিক বুঝায়।

আর্মেচারে তার বেটন পদ্ধতির বিভিন্ন দৃশ্য, যথা—১। এণ্ডভিউ (End view), ২। র্যাডিয়াল (Radial) ও ৩। ডেভালাপ্ড (Developed) চিত্র বা ‘ডায়াগ্রাম’ (Diagram)। যে স্থলে যেকোন চিত্রদ্বারা আর্মেচারকে বুঝান সুবিধা হইয়াছে, সে স্থলে সেরূপ ভাবে ইহা চিত্রিত হইয়াছে।

১। এণ্ডভিউ চিত্রে আর্মেচারকে এক শেষভাগ হইতে, সুবিধার জন্য কমিউটেটার শেষভাগ হইতে, যেকোন দেখায় সেইভাবে উহাকে চিত্রিত করা ইহাতে সম্মুখের তারগুলিকে টানা রেখা ও পশ্চাতের তারগুলিকে ছিন্ন রেখা দ্বারা দর্শিত হয়। ২। র্যাডিয়াল চিত্রে আর্মেচারের শেষভাগের সংযোজক তারগুলি বক্ররেখা দ্বারা সূচিত হয়—তন্মধ্যে কমিউটেটারের দিকস্থ তারগুলিকে আর্মেচার পরিধির মধ্যে ও উহার বিপরীত দিকের অর্থাৎ আর্মেচারের পশ্চাদিকের তারগুলিকে ঐ পরিধির বাহিরে দেখান হয়, যাহাতে সহজে ‘সারকিট’ বা বৈদ্যুতিক পথ অনুসরণ করা যায় ও তার অগ্রসরবর্তী হইতেছে, কি পশ্চাদবর্তী হইতেছে, নিরূপণ করা যায়। ৩। ডেভালাপ্ড চিত্রে আর্মেচারকে লম্বা-দিকে একস্থানে চিরিয়া সমতলে বিস্তৃত করিলে যেকোন দেখায় সেইভাবে ইহা চিত্রিত হয়। ৩২২, ৩২৮ ও ৩৩২ চিত্র দেখিলে ইহাদিগের মধ্যে পার্থক্য সহজে বুঝিতে পারা যাইবে।

**সংযোজনের পিচ (Pitch) :**—এখন সংযোজন সম্পর্কে ‘পিচ’ বলিতে কি বুঝায় তাহা বুঝিতে হইবে। আর্মেচারের উপর তারকে সমান ও সম্পূর্ণ ভাবে জড়াইতে হইলে উহার শেষভাগে একটি খাঁজের বা স্থানের তারকে অপর একটি খাঁজে বা স্থানে লইয়া যাইতে হয়। এই একটি খাঁজ হইতে অপর খাঁজের যত ব্যবধান তাহাকে পিচ বলে। সম্মুখ শেষভাগের অর্থাৎ কমিউটেটার শেষভাগের পিচকে ফ্রন্ট পিচ (Front Pitch) ও পশ্চাদিকের পিচকে ব্যাক পিচ (Back Pitch) বলে। সম্মুখ ভাগে তার যে দিকে অগ্রসর হয় তাহাকে ফরওয়ার্ড (Forward) ধরা হয়। ইহার সহিত তুলনায় পশ্চাদিকে তার যদি এই দিকেই অগ্রসর হয় তাহা হইলে তাহাকে ফরওয়ার্ড (ব্যাক) পিচ বলে, চিত্র ৩২২ আর যদি বিপরীত দিকে অগ্রসর হয় তাহা হইলে তাহাকে ব্যাক ওয়ার্ড (Backward) (ব্যাক) পিচ বলে, চিত্র ৩২৮। যাহাতে বুঝিতে কোন অসুবিধা

না হয় তজ্জন্তু চিত্রগুলিতে সম্মুখদিকের সংযোজক তারগুলি পূর্ণ রেখা দ্বারা ও পশ্চাদিকের সংযোজক তারগুলি ছিন্নরেখা দ্বারা সূচিত হইয়াছে। ফ্রন্ট পিচ যে ব্যাক পিচের সহিত সমান হইবে তাহার কোন বাঁধাধরা নিয়ম নাই। বৈজ্ঞানিক ফলের সমতা রাখিয়া এক টানায় জড়াইয়া যাইবার নিমিত্ত পিচের পরিমাণ খাঁজের ও মেকুর সংখ্যার উপর নির্ভর করে। যথা, ৩২২ চিত্রে সম্মুখভাগে ১নং হইতে তার কমিউটেটার হইয়া ৬নং এ যাইতেছে, সুতরাং ফ্রন্ট পিচ =  $৬ - ১ = ৫$ , তৎপরে পশ্চাত্তাগে পূর্বের দ্বারা একই দিকে অগ্রসর হইয়া ৬নং হইতে ১১নং এ যাইতেছে, সুতরাং ব্যাক পিচ =  $১১ - ৬ = ৫$  ফরওয়ার্ড, আবার সম্মুখভাগে কমিউটেটারের মধ্য দিয়া ৫ ঘর ডিঙ্গাইয়া ৪নং এ যাইতেছে ও পশ্চাতে একইদিকে ৫ ঘর ডিঙ্গাইয়া ৪নং হইতে ৯নং এ আসিতেছে। অতএব দেখা যাইতেছে ইহাতে ফ্রন্ট পিচ ৫ এবং ব্যাক পিচ ৫ ফরওয়ার্ড। ৩২৩ চিত্রে সম্মুখভাগে ১নং হইতে কমিউটেটার হইয়া ১৪নং এ যাইতেছে, অর্থাৎ ২৭নং ২৩নং প্রভৃতির দিক দিয়া গুলিলে ১১ ঘর উল্লম্বন করিতেছে, সুতরাং ফ্রন্ট পিচ ১১ এবং পশ্চাতে ১৪নং হইতে ঐ দিকে ঘুরিয়া ৩নং ঘরে যাইতেছে সুতরাং ব্যাক পিচ ৩১ ফরওয়ার্ড। কিন্তু ৩২৪ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ১১ ও ব্যাক পিচ ৯ ফরওয়ার্ড। এবং ৩২৮ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ৭ ও ব্যাক পিচ ৫ ব্যাক ওয়ার্ড, আর ৩২৯ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ৭ ও ব্যাক পিচ ৫ ফরওয়ার্ড। ৩২৮, ৩২৯ চিত্রে দুইটিতে সম্মুখভাগের সংযোজক তার আমের্চারের পরিধির মধ্যে ও পশ্চাত্তাগের সংযোজক তার ঐ পরিধির বাহিরে বক্ররেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে, এইজন্তু এইগুলি রাডিয়াল ডায়োগ্রাম।

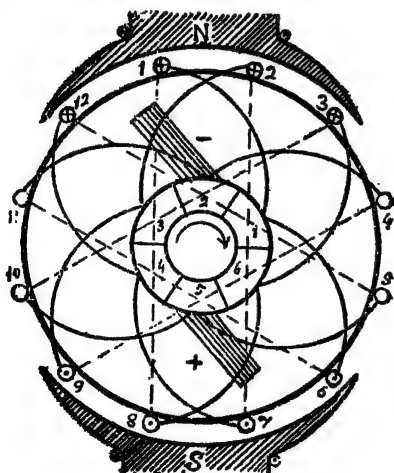
**ল্যাপ ও ওয়েভ্ ওয়াইণ্ডিং (Lap and wave winding):**—আমের্চারের তার দুইভাবে জড়ান যায়, তাহাদিগকে ল্যাপ ও ওয়েভ্ ওয়াইণ্ডিং বলে।

**ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং:**—ইহাতে কয়েলের শেষভাগগুলি কমিউ-

টেটারের পর পর ধাতুখণ্ডের সহিত সংযোগ করা হয়, যথা চিত্র ৩২২, ৩২৩ ও ৩২৪ ও ৩২৮।

**ওয়েভ ওয়াইথিং :—**ইহাতে কয়েলের শেষভাগগুলি কিছু ফাঁক হইয়া গিয়া ঠিক পরবর্ত্তী কমিউটেটার ধাতুখণ্ডে সংযুক্ত না হইয়া কিছু তফাতের ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়, যথা, চিত্র ৩২৯।

এখন তার জড়াইবার পদ্ধতি বুঝাইবার জন্য কতকগুলি যন্ত্রে কিরূপ-ভাবে আমেরচারে তার জড়ান হইয়াছে তাহা দেখাইয়া দিলেই হইবে। দ্বিমেরু যন্ত্রের রিং আমেরচারে তার জড়ান খুব সহজ (চিত্র ৩২১ দ্রষ্টব্য), সেই-জন্ত ইহা আর পৃথকভাবে দেখান হইল না। এখন দেখা যাউক দ্বিমেরু যন্ত্রের ড্রাম আমেরচারে কি ভাবে তার জড়ান উচিত। ৩২২ চিত্র হইতে



চিত্র—৩২২

দেখা যাইবে যে আমেরচারে মোট ১২টি তার আছে, তন্মধ্যে ৪টি (যথা ১২, ১, ২ ও ৩নং) N মেরুর অধীন, ৪টি (যথা ৬, ৭, ৮ ও ৯) S মেরুর অধীন ও বাকী ৪টি—২টি করিয়া কাহারও অধীনে নাই। এবং আমেরচারের তীর দ্বারা দর্শিত দিকে ঘূর্ণনঅনুযায়ী তারগুলিতে যেরূপ দিকে ই, এম, এফ, ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয় তাহাও X ও O দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। অর্থাৎ ৪, ৬, ১০ ও ১১নং তারে কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইতেছে না ১, ২, ৩ ও ১২নং তারে একরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইতেছে যে প্রবাহ

দর্শকের নিকট হইতে সন্মুখদিকে বহিয়া যাইতেছে, আর ৬, ৭, ৮ ও ৯নং তারে তাহার বিপরীত দিকে ভোলটেজ সস্তাবিত হইতেছে, সুতরাং প্রবাহ দর্শকের দিকে আসিতেছে। অতএব ১নং তারকে ৬, ৭, ৮ ও ৯নং তারের মধ্যে যে কোনটির সহিত সংযুক্ত করিয়া দিলে ই, এম, এফ, সিরিজে সংযুক্ত হয়। কিন্তু যদি ১নং তারকে ঠিক ইহার বিপরীত দিকে স্থিত ৭নং তারের সহিত সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে সংযোজনের পথ খুব অল্প হয় বটে, কিন্তু এরূপ সংযোজন দ্বারা বরাবর একটানা তারকে জড়ান চলে না। কারণ পশ্চাদিকে তার ৭নং হইতে, উহার ঠিক বিপরীত, ১নং এ আসিয়া পুনরায় পৌছায়। সুতরাং মোট তার সংখ্যার অর্ধেক সংখ্যাকে পিচ ধরা চলে না, তদপেক্ষা কিছু অল্প সংখ্যাকে পিচ ধরিতে হয়। এখানে মোট তার .সংখ্যা ১২, এবং ১২র অর্ধেক ৬, সুতরাং ৬ অপেক্ষা অল্প সংখ্যাকে পিচ ধরিতে হইবে, যথা, এখানে পিচ—৫ ধরা হইয়াছে। সুতরাং এই পিচ অনুযায়ী সন্মুখদিকে ১ হইতে তার ৬ এ গিয়াছে ও পশ্চাতে ৬ হইতে ১১তে গিয়াছে, সন্মুখদিকে ১১ হইতে ৪এ ও পশ্চাতে ৪ হইতে ৯এ, সন্মুখে ৯ হইতে ২এ ও পশ্চাতে ২ হইতে ৭এ, সন্মুখে ৭ হইতে ১০তে ও পশ্চাতে ১২ হইতে ৫এ, সন্মুখে ৫ হইতে ১০এ ও পশ্চাতে ১০ হইতে ৩এ, সন্মুখে ৩ হইতে ৮এ ও পশ্চাতে ৮ হইতে পুনরায় ১এ, এইরূপে সমস্ত ঘরগুলিকে একবার ঘুরিয়া, বেখান হইতে গিয়াছিল পুনরায় সেখানে আসিল। সন্মুখদিকের সংযোজন একটি করিয়া ধাতুখণ্ডের মধ্য দিয়া করা হইয়াছে। এখন এইভাবে বেষ্টিত আমেরচারের তার সকল সিরিজে সংযুক্ত রিং আমেরচারের তারগুলির দ্বারা কার্য্য করিবে। ইহা প্রবাহের পথ অনুসরণ করিয়া ষাইলেই দেখিতে পাওয়া যাইবে। যথা :—ধরা যাউক যেন একদিকে ৪ ও ১১নং তারের সহিত সংযুক্ত কমিউটেটারের ধাতুখণ্ডের উপর একটি ব্রাস সংলগ্ন আছে ও অপরদিকে ৫ ও ১০নং তারের সহিত সংযুক্ত কমিউটেটার ধাতুখণ্ডের সহিত অপর ব্রাসটি সংলগ্ন আছে। বামদিকের ব্রাস হইতে :

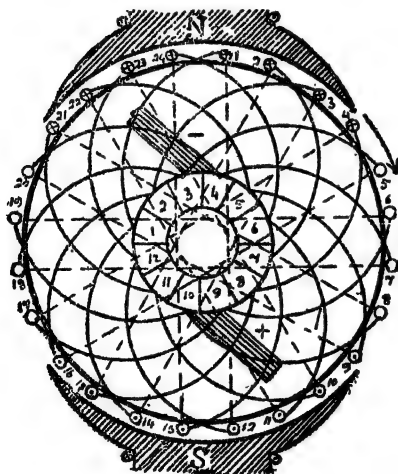
যাইবার জন্য দুইটা পথ আছে—একটি ৪নং তার দিয়া, <sup>৩০</sup>অপরটি ১১নং দিয়া। প্রথম পথটি দিয়া ৪নং হইতে পশ্চাৎ সংযোজন দিয়া ৯নং তারে আসা যায়, ৯নং তারে এরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ দর্শকের দিকে আর্মেচারের উপর বহিতেছে। এখন যদি এইদিকে আসা যায় তাহা হইলে সম্মুখ সংযোজনে ৫নং কমিউটেটর কোয়ার মধ্যে দিয়া ২নংএ আসা যায়। এই ২নং তারে এরূপদিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ দর্শকের নিকট হইতে অর্থাৎ আর্মেচারের উপর পশ্চাদ্ধিকে বহিয়া যাইতেছে। অতএব এই দুইটি ভোল্টেজই একই দিকে হইল, সুতরাং তাহারা পরস্পর যোগ হইয়া গেল। এখন পশ্চাদ্ধিকে ২নং হইতে ৭নংএ তার গিয়াছে, এই ৭নং তারে সম্ভাবিত ভোল্টেজ এরূপদিকে যে প্রবাহ সম্মুখদিকে বহিতেছে, সুতরাং ইহার ভোল্টেজের সহিত যোগ হইয়া গেল। এখন ৭নং তার দিয়া সম্মুখ দিকে আসিলে, ইহা সম্মুখ ভাগে ৪নং কমিউটেটর কোয়ার মধ্য দিয়া ১২নং তারে পৌছিতেছে। তথায় ( ১২নং তারে ) এরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ সম্মুখ হইতে পশ্চাদ্ধিকে বহিতেছে, সুতরাং ইহার ভোল্টেজও পূর্বের ভোল্টেজের সহিত যোগ হইয়া গেল। এখন এই ১২নং তার হইতে, পশ্চাৎ সংযোজন দ্বারা, ইহা ৫নং তারে যাইতেছে। ইহাতে কোন ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় নাই, সুতরাং ইহা ডানদিকের ব্রাসের সহিত সংযুক্ত থাকায় প্রবাহ এই ব্রাসে আসিয়া পৌছিতেছে এবং দেখা বাইল যে ২, ২, ৭ ও ১২ নং তারগুলিতে সম্ভাবিত ভোল্টেজ সকল একসঙ্গে যোগ হইয়া গেল। ঠিক এইরূপে যদি দ্বিতীয় পথ অনুসরণ করা যায় তাহা হইলে পশ্চাতে ১১ হইতে ৬এ, তথা হইতে সম্মুখে ৬ হইতে ১এ, পশ্চাতে ১ হইতে ৮ এ, সম্মুখে ৮ হইতে ৩এ, পশ্চাতে ৩ হইতে ১০এ ও অবশেষে ১০ হইতে ডানদিকের ব্রাসে পৌছান হয় এবং এতদ্বারা পূর্বের তায় ৬, ১, ৮ ও ৩নং তারগুলিতে সম্ভাবিত ভোল্টেজ সকল একসঙ্গে যোগ হইয়া গেল। অতএব দেখা



যাইতেছে যে প্রথম পথে ৪টি ফলপ্রদ ও ২টি নিষ্ফল তার ( ৪ ও ৫ ) আছে এবং দ্বিতীয় পথেও ৪টি ফলপ্রদ ও ২টি নিষ্ফল তার ( ১০ ও ১১ ) আছে। সুতরাং প্রথম পথটিতেও যে ই, এম, এফ, দ্বিতীয় পথেরও সেই ঈ, এম, এফ, এবং এই সমভোল্টেজের পথদ্বয় রিং আর্মেচারের ছায় ব্রাস দুইটির মধ্যে প্যারালালে সংযুক্ত। এই সংযোজনে পথদ্বয়কে এইভাবে লিপিবদ্ধ করা যায় —

$$- \left\{ \begin{array}{cccccc} ৪-২-২-৭-১২-৫ \\ ১১-৬-১-৮-৩-১০ \end{array} \right\} +$$

কমিউটেটর কোয়ার সহিত তারগুলির সংযোজন পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে একটি কমিউটেটর কোয়া সংযুক্ত হইলে পর তৎপরবর্তী



চিত্র-৩২৩

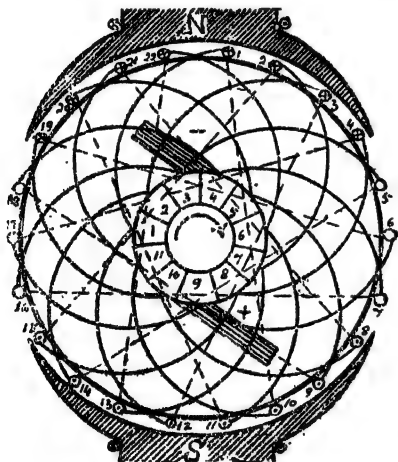
কমিউটেটরখণ্ড সংযুক্ত হইয়াছে সুতরাং ইহা ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং।

৩২৩ চিত্রে ২৪টি তারবিশিষ্ট আর্মেচারের ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং দেখান হইয়াছে। ইহাতে পিচ = ১১ ধরা হইয়াছে, ( মোট তার সংখ্যার অর্ধেক = ১২, তদপেক্ষা ১ কম = ১১ )। দেখা যাইবে যে ইহাতেও

ঐক পূর্বের মত ফল হইতেছে এবং ইহার বৈজ্ঞানিক পথ দুইটি ;—

$$- \left\{ \begin{array}{cccccccc} ৫- & ৪-১-১২-২৩-১০-২১-৮ \\ ২০-৭-২২-১১-২৪-১৩-২-১৫-৮-১৭ \end{array} \right\}$$

দ্রষ্টব্য:—একটানা তার জড়াইতে হইলে পিচসংখ্যা অযুগ্ম বা বিজোড় হওয়া চাই, নচেৎ যদি জোড় হয়, যথা, পূর্ব উদাহরণে—১০ হইলে ১নং ঘর হইতে ১১, ১১ হইতে ২১, এইভাবে সমস্ত বিজোড় ঘরগুলি দিয়া তার যাইতে থাকিবে, জোড় সংখ্যক ঘর দিয়া তার যাইবে না, সুতরাং এই জোড় সংখ্যক ঘরগুলির জন্ত আবার একটি দ্বিতীয় তার ব্যবহার করিতে হইবে। আবার পিচকে যে তার সংখ্যার অর্ধেকের ১কম করিতে হইবে তাহার কোন নিয়ম নাই, ১ বেশী হইলেও চলে, যথা. পূর্ব উদাহরণে পিচ=১১ বা ১৩ হইলেও হয়।



চিত্র—৩২৪

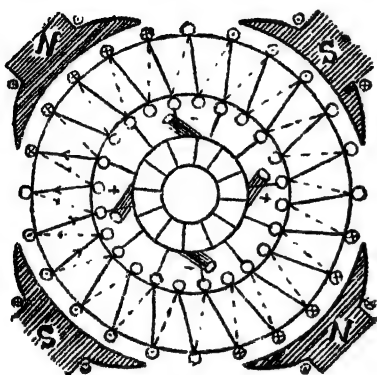
৩২৪ চিত্রে ২২টি তার বিশিষ্ট ড্রাম আর্মেচারের ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং এণ্ডভিউ দ্বারা দেখান হইয়াছে, ইহার বৈজ্ঞানিক পথ—

$$- \left\{ \begin{array}{cccccccc} ৫-১৪-৩-১২-১-১০-২১-৮-১৯-৬ \\ ১৮-৯-২০-১১-২২-১৩-২-১৫-৪-১৭ \end{array} \right\} +$$

ইহাতে ব্রাসের সহিত তুলনায় আর্মেচারের বেক্রপ অবস্থা দর্শিত

আবার সম্মুখের পিচ যে পশ্চাতের সহিত সমান হইবে তাহারও কোন নিয়ম নাই, যথা পরবর্তী উদাহরণে, চিত্র ৩২৪, সম্মুখ পিচ—১১, পশ্চাৎ পিচ—২, মোট তার = ২২। আর পশ্চাতের পিচ যে সম্মুখের পিচের দিকে হইবে তাহারও কোন নিয়ম নাই, যথা ৩২৮ চিত্রে পশ্চাৎ পিচ সম্মুখ পিচের বিপরীত দিকে, ইহাকে ব্যাকওয়ার্ড ব্যাক পিচ বলে।

হইয়াছে তাহাতে দেখা যাইতেছে, যে ১৬ ও ৭নং নিম্নলিখিত তারদ্বয় — ব্রাসের মধ্য দিয়া 'স্ট সার্কিট' হইয়া যাইতেছে, ৫ ও ৬নং নিম্নলিখিত তারদ্বয় একটি বৈদ্যুতিক পথ এবং ১৮ ও ১৭নং নিম্নলিখিত তারদ্বয় অপর বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করিতেছে।

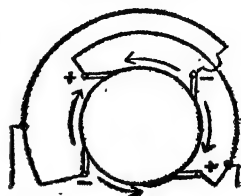


চিত্র—৩২৫

এখন কতকগুলি বহু মেরু বিশিষ্ট যন্ত্রের আর্মেচারের বিষয় বর্ণিত হইবে। রিং আর্মেচার হইলে দ্বিমেরু যন্ত্রের আর্মেচারকে কিছুমাত্র পরিবর্তন না করিয়া ব্যবহার করিতে পারা যায়, কেবলমাত্র যতগুলি মেরু ততগুলি ব্রাস ব্যবহার করিতে হয়। যথা ৩২৫ চিত্রে একটি ৪ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্রের রিং আর্মেচার দর্শিত হইয়াছে। এখন যদি আর্মেচারকে বাড়ির কাঁটার দিকে

ঘুরিতে অনুমান করা যায়, তাহা হইলে N মেরুদ্বয়ের অধীনস্থ বাহিরের তারগুলিতে দর্শকের নিকট হইতে বহির্দিকে বহমান প্রবাহ সত্ত্বত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে আর্মেচার কয়েলের উর্দ্ধবাম চতুর্থাংশের প্রবাহ বাম ব্রাসের দিকে যাইতেছে, অতএব ইহা + ব্রাস হইতেছে এবং উর্দ্ধব্রাস — ব্রাস হইতেছে। আর্মেচার কয়েলের উর্দ্ধ দক্ষিণ চতুর্থাংশের প্রবাহ উর্দ্ধ ব্রাস হইতে দক্ষিণ ব্রাসে বহিতেছে, সুতরাং দক্ষিণ ব্রাস + ব্রাস ও উর্দ্ধ ব্রাস ইহার — ব্রাস। কয়েলের নিম্ন বাম চতুর্থাংশের প্রবাহ নিম্ন ব্রাস হইতে বাম ব্রাসে যাইতেছে, — অতএব বাম ব্রাস + ব্রাস ও নিম্ন ব্রাস ইহার — ব্রাস। এবং কয়েলের নিম্ন দক্ষিণ চতুর্থাংশের প্রবাহ নিম্ন ব্রাস হইতে দক্ষিণ ব্রাসে যাইতেছে,

সুতরাং দক্ষিণ ব্রাস + ব্রাসও নিম্ন ব্রাস ইহার—ব্রাস। অতএব প্রত্যেক বিপরীত ব্রাসদ্বয়ের একইরূপ মেরুত্ব। সুতরাং যদি তাহাদিগকে পার্শ্বচালক দ্বারা, যথা, তাত্ত্বের ফিতা দ্বারা সংযুক্ত করা হয়, চিত্র ৩২৬, তাহা হইলে মেন বা বহির্পৃথের সহিত এই ফিতাদ্বয় সংযোগ করা চলে। ইহাতে এক চতুর্থাংশ কয়েল হইতে ভোল্টেজ উৎপন্ন হইতেছে এবং একরূপ চারিটি অংশ প্যারাললে সংযুক্ত হইয়াছে—সুতরাং প্রত্যেক

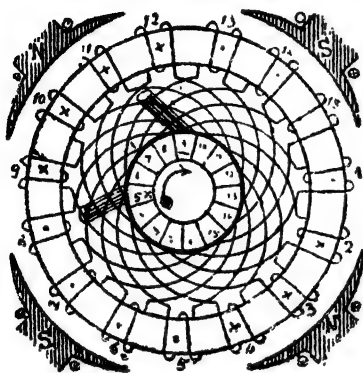


চিত্র—৩২৬

চতুর্থাংশের যে প্রবাহ পরিমাণ তাহার চারিগুণ প্রবাহ মেনে বা বহির্পৃথে সরবরাহ হইবে। তারের একরূপ বেটনকে প্যারালাল ওয়াইন্ডিং বলে এবং ইহা কম ভোল্টেজ ও অধিক প্রবাহ দিবার পক্ষে উপযোগী, যেহেতু বহির্পৃথে অধিক প্রবাহ দিতে হইলেও আমেরচারে সৰু তার ব্যবহার করা চলে, কারণ ইহাদিগকে এক চতুর্থাংশ প্রবাহ বহন করিতে হইবে—কিন্তু দুই মেরু-বিশিষ্ট হইলে অর্ধেক প্রবাহ বহন করিতে হইবে। সেইরূপ ৬, ৮ বা ১০ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে ৬, ৮ বা ১০ টি ব্রাস প্রয়োজন হয়, আমেরচার কয়েল ৬, ৮ বা ১০ অংশে বিভক্ত হইয়া যায়, এবং প্রত্যেক অংশের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ বহির্পৃথের প্রবাহের  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  বা  $\frac{1}{4}$  অংশ হয়, এবং আমেরচারের ই, এম, এফ, কয়েলের  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  বা  $\frac{1}{4}$  অংশের পাক বা তার দ্বারা উৎপন্ন হয়।

যদি অধিক ভোল্টেজ পাইতে হয় তাহা হইলে পাকের সংখ্যা বাড়াইতে হয়, কিন্তু একরূপ না করিয়া বেটন ও সংযোজন একরূপ করা শ্রেয় যে এই চারি অংশ যেন দুইমেরু যন্ত্রের ত্রায় প্যারালালে সংযুক্ত দুই অর্ধাংশে পরিণত হয়। সুতরাং তখন সিরিজে সংযুক্ত অর্ধেক পাকসংখ্যা হইতে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয়। এই নিমিত্ত একটি চতুর্থাংশকে তৎপার্শ্ববর্তী (বিপরীত মেরুর অধীন) অংশের সহিত সংযুক্ত না করিয়া অপরূপ

মেরুর অধীন ঠিক বিপরীত দিকে স্থিত চতুর্থাংশের সহিত (তাত্রিকিতা দ্বারা) সিরিজ সংযুক্ত করিতে হয়। ইহাকে সিরিজ ওয়াইণ্ডিং বলে।



চিত্র—৩২৭

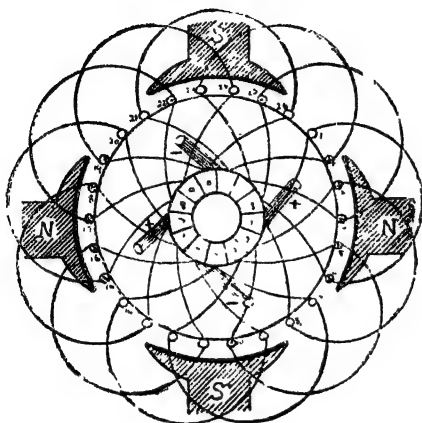
৩২৭ চিত্রে এই সংযোজন দেখান হইয়াছে। ইহাতে আর্মেচারে ১৫টি কয়েল আছে এবং প্রবাহের পথ অনুসরণ করিলে দেখা যাইবে যে উর্দ্ধ-দিকের—ব্রাস হইতে প্রবাহ একপথে ৭টি কয়েল, অপর পথে ৮টি কয়েলের মধ্য দিয়া যাইয়া + ব্রাসে উপনীত হইতেছে, সুতরাং এই পথদ্বয়ের

ই, এম, এফ, যোগ হইয়া প্যারাললে সংযুক্ত হইতেছে। আরও দৃষ্ট হইবে যে ৬টি ব্রাসের পরিবর্তে কেবলমাত্র ২টি ব্রাস প্রয়োজন এবং তাহারা ঠিক বিপরীত দিকে স্থাপিত না হইয়া কমিউটেটরের  $\frac{1}{2}$  অংশ  $৯০^\circ$  ব্যবধানে স্থাপিত। ইহার বৈদ্যুতিক পথ—

$$\left\{ \begin{array}{l} ১০-২-২-১-৮-১৫-৭-১৪ \\ ৩-১১-৬-১২-৫-১৩-৬ \end{array} \right\}$$

**ড্রাম আর্মেচার** :—বহুদ্রুম যন্ত্রের ড্রাম আর্মেচারের পিচ মোট তার বা খাঁজসংখ্যার অর্ধেক নহে, যতগুলি মেরু মোট খাঁজসংখ্যার তত অংশ, যথা, ৪, ৬ বা ৮ মেরু হইলে মোট খাঁজসংখ্যার  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  বা  $\frac{1}{3}$  অংশ করিতে হয়, তবে ই, এম, এফ, গুলির ঠিকমত সিরিজ সংযোজন করিতে পারা যায়। ঠিকমত পিচ নির্ণয় করিতে পারিলে রিং আর্মেচারের মত ইহারও সিরিজ বা প্যারালাল সংযোজন হইতে পারে, যথা—  
৩২৮ চিত্রে প্যারালাল ওয়াইণ্ডিং দেখান হইয়াছে, ইহাকে চলিত ভাষায়

‘ল্যাপ’ বা ‘লুপ’ (Lap or Loop) ওয়াইণ্ডিং বলে। ইহার দ্বারা পশ্চাৎ



চিত্র—৩২৮

৩২৯ চিত্রে সিরিজ

ওয়াইণ্ডিং দেখান হইয়াছে।

ইহাকে চলিত ভাষায়

‘ওয়েভ’ (wave) ওয়াইণ্ডিং

বলে। ইহার দ্বারা পশ্চাৎ

পিচ সম্মুখ পিচের দিকে

বুঝায়। সিরিজে সংযুক্ত

বলিয়া কেবলমাত্র দুইটি

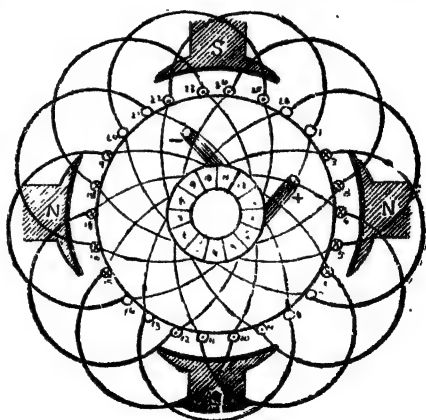
ব্রাশ প্রয়োজন হয়। ইহার

তার সংখ্যা ও পিচ ঠিক

পূর্বের মত, কেবলমাত্র

পশ্চাৎ পিচ ব্যাকওয়াৰ্ড না হইয়া ফরওয়াৰ্ড। ইহাও চিত্রে ‘র্যাডিয়াল-

ডায়গ্রাম’ দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। বেটন পদ্ধতি—ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং।



চিত্র—৩২৯

৩২৮ চিত্রের বৈদ্যুতিক পথ-

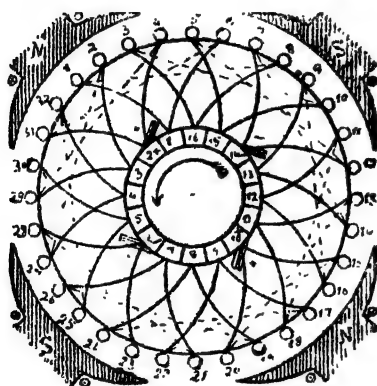
উর্দ্ধ -	২-২৩-৪-২৫-৬-১	} + ডান
	১৯-২৪-১৭-২২-১৫-২০	
নিম্ন	৭-১২-৫-১০-৩-৮	} " ডান
	১৪-৯-১৬-১১-১৮-১৩	

উর্দ্ধ - [ ২১-২৬ ] - উর্দ্ধ, অর্থাৎ এই তারদ্বয় 'স্ট সার্কিটেড'

৩২৯ চিত্রের বৈদ্যুতিক পথ-

$$- \left\{ \begin{array}{l} ২৬-৫-১০-১৭-২৪-৩-১০-১৫-২২-১ \\ ২১-১৬-৯-৪-২৩-১৮-১১-৬-২৫-২০-১৩-৮ \end{array} \right\} +$$

এবং - [ ২-৭-১৪-১৯ ] - অর্থাৎ 'স্ট সার্কিটেড' ।



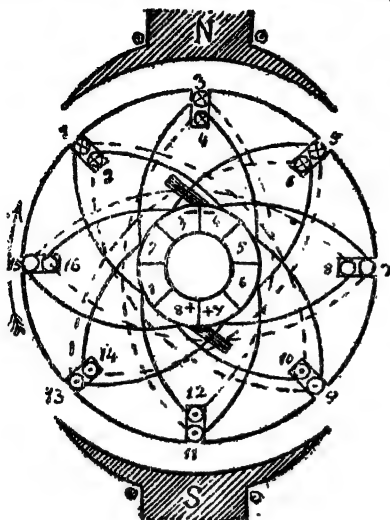
চিত্র-৩৩০

৩৩০ চিত্রে ৩২টি তার  
বিশিষ্ট একটি ড্রাম আর্মে-  
চারের ল্যাপ ওয়াইন্ডিং দৃষ্ট  
হইবে। ইহাতে ৪টি মেরু,  
সুতরাং ৪টি ব্রাস আছে।  
ইহার সম্মুখ পিচ ৫ ও  
পশ্চাৎ পিচ ৭ ব্যাকওয়াইন্ডিং  
আর্মেচারের চিত্রে দর্শিত  
স্বর্ণন অনুসারে ইহাব  
বৈদ্যুতিক পথ-

উর্দ্ধ - ব্রাস	12-5-10-3-8-1-6-31	} উর্দ্ধ + ব্রাস
নিম্ন - "	9-18-2-17-11-16-13-10	
উর্দ্ধ - "	26-21-25-19-24-17-22-15	
নিম্ন - "	23-30-25-32-29-2-28-8	

উল্লিখিত ভাবে একস্তরে তার বেটনের মন্দ ফল এই যে কতকগুলি  
সম্মিলিত তারে সমস্ত চাপ বা ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়-কিন্তু দুই স্তরে  
( চিত্র ৩৩১ ) তার জড়াইলে আর এরূপ হয় না। তবে দুইস্তরে তার

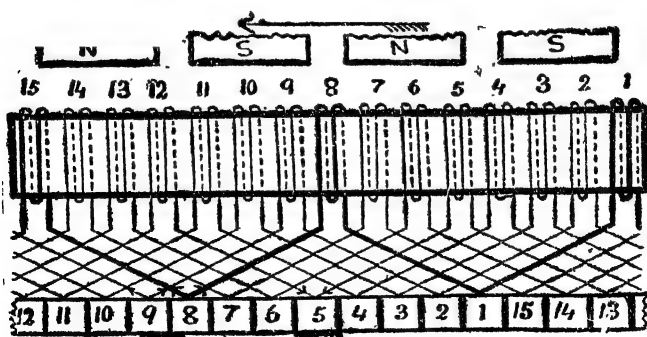
জড়াইতে হইলে, প্রথম ১টি স্তর জড়াইয়া তদুপরি দ্বিতীয় স্তর, এভাবে জড়ান



চিত্র—৩৩১

ডুপ্লেক্স ও ট্রিপ্লেক্স ( Duplex and Triplex ) ওয়াইরিং :- অধিক প্রবাহ

হয় না, কারণ তাহাতে দ্বিতীয় স্তরে তারের দৈর্ঘ্য অধিক হইবে, সুতরাং বাধা অধিক হইবে। সেই নিমিত্ত নিম্ন স্তরের একটি তার উপর স্তরের একটির সহিত সংযুক্ত হয়—ইহা চিত্র হইতে স্পষ্ট দেখা যাইবে। চিত্রে তার দ্বারা আশ্রোচালের ঘূর্ণন এবং X ও O দ্বারা উৎপন্ন প্রবাহের দিক দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৩৩২

পাইবার জন্ত আমেরিকাকে ২, ৩ বা ততোধিক বিভিন্ন তার দ্বারা পৃথকভাবে জড়ান



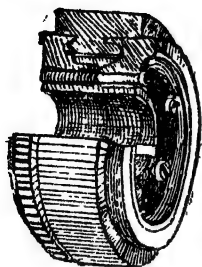
বাইতে পারে এবং প্রত্যেক তারের জন্ত বিভিন্ন কমিউটেটার ব্যবহার করিয়া, উহাকে অল্প তার হইতে পৃথকভাবে নিজের কমিউটেটারের সহিত সংযুক্ত করা বাইতে পারে। কার্য্যতঃ বিভিন্ন কমিউটেটারগুলি একসঙ্গে মিলাইয়া একত্রে একস্থানে ব্যবহার হয়, এই নিমিত্ত কমিউটেটারের কোয়াল্টিকে এরূপভাবে সাজাইতে হয়, যেন একটি তারের একটি কমিউটেটার কোয়ার পর অপর তারের একটি কোয়া থাকে। এইরূপে দুইটি বা তিনটি বিভিন্ন তার দ্বারা আমেচার জড়ানকে যথাক্রমে ডুপ্লেক্স বা ট্রিপ্লেক্স ওয়াইডিং বলে। একটি ১৫টি তারবিশিষ্ট রিং আমেচারের ডেভোলাপ্‌ড ডায়াগ্রাম ৩৩২ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা ৩২৭ চিত্রের রিং আমেচারবিশিষ্ট ৪ সেক্স বহুটি।

**আমেচার কয়েলের তার :**—কোন কোন স্থলে কতকগুলি তারকে একত্র করিয়া এই তার গুচ্ছ দ্বারা আমেচারকে বেট্টন করা হয়, অথবা অধিক প্রবাহ হইলে মোটা তারের ফিতা ব্যবহার হয়,— ইহাকে ‘বার’ (Bar) ওয়াইডিং বলে। কিন্তু সচরাচর তারকে কোন ফ্রেমের উপর জড়াইয়া, ঠিকমত আকার করিয়া, ফ্রেম হইতে খুলিয়া লইয়া আমেচারের খাঁজে খাঁজে পরাইয়া দেওয়া হয় এবং কমিউটেটার কোয়াল্টির সহিত সংযোজনের নিমিত্ত কমিউটেটার শেষভাগের দিকে কয়েলগুলির শেষভাগদ্বয় নির্গত হইয়া থাকে, পরে এই নির্গত শেষভাগগুলি কমিউটেটার কোয়ার সহিত ঠিকভাবে সংযোগ এবং পরস্পর হইতে ইনসুলেট করিতে হয়। ইহাকে ‘ফর্মার, (Former) ওয়াইডিং বলে।

**আর্মেচার কোর :**—বায়ু খেলিয়া ঠাণ্ডা রাখিবার জন্ত কোরকে নীরেট না করিয়া মধ্যে মধ্যে ছিদ্র পথ রাখা হয়।

**কমিউটেটার :**—ইহা কতকগুলি একধার পাতলা অপরিহার্য্য মোটা এরূপ ধরনের তার খণ্ডকে একত্রিত করিয়া চোঙ্গের আকারে প্রস্তুত হয়। এই তারখণ্ডগুলিকে কমিউটেটারের কোয়া বলে। ইহার তারখণ্ড প্রত্যেকে প্রত্যেকটি হইতে ভালরূপে রোধিত বা ইনসুলেটেড। এই রোধনের জন্ত সচরাচর দুইটি কোয়ার অন্তরা অত্র ব্যবহার হয়। এই চোঙ্গ বা কমিউটেটার যে সার্কটের সহিত আবদ্ধ করা হয় তাহা হইতেও ইহাকে ভালভাবে রোধিত করিতে হয়। ৩৩৩ সেক্সান

চিত্র হইতে ইহার গঠন প্রণালী বোধগম্য হইবে। আর্মেচারের



প্রত্যেক কয়েল পরবর্তী কয়েলের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয় এবং এইরূপ এক একটি সংযোগ স্থান কমিউটেটোরের এক একটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়,—সুতরাং আর্মেচারে বতগুলি কয়েল থাকে কমিউটেটোরে ততগুলি ধাতুখণ্ড বা কোয়া আবশ্যক হয়

ব্রাশ (Brushes) :—পূর্বে ইহার

চিত্র—৩৩৩

তাম্র দ্বারা প্রস্তুত হইত কিন্তু আজকাল ‘স্পার্ক’

বা অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ করিবার জন্ত

ইহা সচরাচর কার্বন দ্বারা প্রস্তুত

হয়। তাম্রব্রাশ তিন প্রকারের হয়—

১। জালতি বা ‘গজ’ (Gauge) ব্রাশ,

২। তার বা ‘অয়ার’ (Wire) ব্রাশ ও

৩। পাত বা স্ট্রিপ (Strip) ব্রাশ।

ইহাদিগকে ৩৩৪—৩৩৬ চিত্রে

দেখান হইয়াছে।



চিত্র ৩৩৪-৩৩৬

গজব্রাশ :—ইহা একখণ্ড তাম্রতারের জালতিকে পাট করিয়া প্রস্তুত (চিত্র ৩৩৪) হয়। এই জালতিকে এরূপভাবে পাট করিতে হয় যেন তারগুলি কোণাকুনি ভাবে থাকে, নচেৎ তারগুলি সোজাসুজি ভাবে থাকিলে ইহাদের শেষভাগ নির্গত হইয়া থাকিবে এবং তাহাতে কমিউটেটোরের উপর আঁচড় পড়িতে পারে। এই ব্রাশ খুব নরম হয় ও কমিউটেটোরের সহিত ভালভাবে স্পর্শ করে, কিন্তু ইহা বায়ু সাপেক্ষ।

তার বা অয়ার ব্রাশ :—ইহা কতকগুলি তারের তারকে একত্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়। ইহা গজ ব্রাশ অপেক্ষা কড়া বলিয়া কমিউটেটোরের উপর দাগ পড়ে ও উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই নিমিত্ত অনন্যোপায় ব্যতীত ইহা ব্যবহৃত হয় না।

পাতব্রাশ :—ইহা কতকগুলি তারের পাতকে একত্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়, চিত্র ৩৩৫, সুতরাং ইহার প্রস্তুত প্রকরণ খুব সহজ। কিন্তু ইহা বড় কড়া হয় বলিয়া সচরাচর ব্যবহার হয় না। কোন কোন স্থলে ইহাকে একটু নরম করিবার জন্ত একটি

করিয়া পাত ও তৎপরে একস্তর তার চিত্র ৩৩৬, এইভাবে কতকগুলি পাত ও কয়েকস্তর তার দ্বারা প্রস্তুত হয়। এই ব্রাস গুলিকে হেলাইয়া বা শাঙ্গিত ভাবে (Tangentially) ব্যবহার করা হয়। সুতরাং যন্ত্রকে একই দিকে ঘুরাইতে হয়। কেবলমাত্র গজব্রাসকে খাড়াভাবে ব্যবহার করা চলে। অতএব যন্ত্রকে যে দিকে ইচ্ছা ঘুরান যায়। কিন্তু ধাতব ব্রাস সকল ব্যবহার করিলে অত্যন্ত অগ্নিশুল্লিঙ্গ হইতে থাকে এবং অগ্নিশুল্লিঙ্গ কালে ব্রাসগুলি হইতে ধাতুকণা নির্গত হইয়া কমিউটেটোরের উপর জমিয়া উহার কোয়ালিলির মধ্যে বৈদ্যুতিক সংযোগন ঘটায়, অর্থাৎ উহাদিগকে ‘স্ট মাফিটেড’ করিয়া দেয়। এই নিমিত্ত অধুনা ইহাদিগের পরিবর্তে কার্বন ব্রাস প্রচলিত।

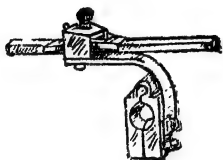
কার্বন ব্রাস :—ইহারা গ্যাস কার্বন হইতে প্রস্তুত। এবং ইহাদের আকার



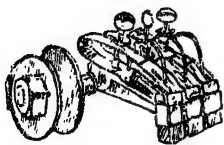
চিত্র—৩৩৭



চিত্র—৩৩৮



চিত্র—৩৩৯



চিত্র—৩৪০

কমিউটেটোরের উপর ব্রাসের স্থান পরিবর্তন করিতে পারিবার জন্য ব্রাসসমেত হোল্ডারকে ‘ব্রাস-রকার’ (brush rocker) নামক একটি অবলম্বনে আবদ্ধ করা থাকে।

চতুর্দশ স্তরের মত, কেবলমাত্র চৌদ্দ স্তর মত কমিউটেটোরের উপর ঠিক ভাবে স্পর্শ করিয়া থাকিবার জন্য এক শেষভাগে বৃত্তাংশের মত খাঁজ কাটা থাকে, চিত্র ৩৩৭, এবং ইহাদিগকে খাড়াভাবে ব্যবহার করা হয়, সুতরাং কমিউটেটোরকে যে দিকে ইচ্ছা ঘুরাইতে পারা যায়। কমিউটেটোরের উপর চাপিয়া স্পর্শ করিয়া থাকিবার জন্য এই কার্বনের চুকরা গুলি শিখা বিশিষ্ট হোল্ডারে (Holder) পরাইয়া, ঐ হোল্ডার সমেত ব্যবহার করা হয়, চিত্র ৩৩৮। তাত্র অপেক্ষা কার্বনের বাধা খুব বেশী বলিয়া উহার যে বিস্তৃতি (area) কমিউটেটোরের গাত্রে স্পর্শ করিয়া থাকে, তাহাকে খুব বাড়াইতে হয়। এই নিমিত্ত কার্বন ব্রাসগুলি খুব প্রশস্ত করিতে হয়। ব্রাসগুলি খুব প্রশস্ত হওয়ায় উহাকে খণ্ড খণ্ড করিয়া কতকগুলি ছোট ছোট ব্রাস করিয়া একত্র ব্যবহার হয়, চিত্র ৩৪০। তাহাতে যদি দুই একটা ব্রাস খারাপ হইয়া যায় তাহা হইলে পরীক্ষার নিমিত্ত কেবলমাত্র ঐ ছোট ব্রাসকে অপহৃত করিলে অল্প ব্রাসগুলি দ্বারা কার্য চলিতে থাকিবে। যাহাতে ভাল ভাবে বৈদ্যুতিক সংযোগ হয়, সেইজন্য এই ব্রাসগুলির উপরাংশ ইলেকট্রোলিনিস দ্বারা তাত্র আবৃত হয়।

ব্রাসের সংখ্যা বা কতগুলি স্থানে ব্রাস আবশ্যক :—অমের্চারের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, কমিউটেটোর হইতে পাইবার নিমিত্ত ঘূর্ণায়মান কমিউটেটোরের উপর ব্রাসকে স্পর্শ করাইয়া রাখিতে হয়। এবং কোন্ কোন্ স্থানে ব্রাস বসাইতে হইবে তাহা ওয়াইণ্ডিং চিত্রে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর দিক তীর অনুযায়ী অনুসরণ করিলে পাওয়া যায়। কমিউটেটোরের যে কোষাতে দুইটি বিভিন্ন দিক হইতে তীর মিলিত হয় তথায়+ব্রাস ও যেখান হইতে দুইটি তীর বিভিন্ন দিকে বাইতে থাকে তথায়—ব্রাস বসাইতে হয়। প্যারালাল রিংওয়াইণ্ডিং ও ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং এ যতগুলি মেরু ততগুলি ব্রাস প্রয়োজন হয় এবং তাহাদিগকে কমিউটেটোরের চতুর্দিকে সুসমঞ্জস ভাবে সাজাইতে হয় এবং তাহাদিগের নিজেদের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান মেরুগুলির কৌণিক ব্যবধানের সহিত সমান। ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং হইলে মেরুসংখ্যা যতই হউক না কেন কেবল মাত্র দুইটি ব্রাস প্রয়োজন হয় এবং তাহাদিগের মধ্যে একদিকে  $৯০^\circ$  ও অপর দিকে  $২৭০^\circ$  ব্যবধান—ওয়াইণ্ডিং ডায়গ্রাম দ্রষ্টব্য।

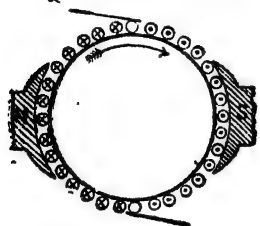
দ্রষ্টব্যঃ—ডায়নামোর চিত্র অঙ্কন করিবার সময় ব্রাসের কমিউটেটোর স্পর্শী প্রান্তকে অমের্চারের ঘূর্ণনের দিকে হেলাইয়া আঁকিতে হয়। যদিও আধুনিক কার্বন ব্রাস কমিউটেটোরের গায়ে খাড়া ভাবে স্থাপিত হয়, তত্রাপি আঁকিবার সময় উল্লিখিত নিয়মটি মানিয়া চলিলে, তার দ্বারা নির্দেশ করা না থাকিলেও, ব্রাসের অবস্থা হইতে অমের্চারের ঘূর্ণনের দিক নির্দ্ধারণ করা যায় (ওয়াইণ্ডিংএর চিত্রগুলি দ্রষ্টব্য)। কোন অমের্চারকে, যথা, মোটর প্রভৃতির, উভয়দিকে ঘূর্ণনক্ষম বুঝাইতে হইলে ব্রাসগুলিকে কমিউটেটোরের গায়ে খাড়া ভাবে আঁকা হয়, (মোটরের পরিচয় দ্রষ্টব্য)।

## ষোড়শ পরিচয় ।

অগ্রতা ও অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বন্ধ (Lead and Sparkless Commutation) :—এখন দেখা যাউক কমিউটেটারের ঠিক কোন্ স্থানে ব্রাস বসাইলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হইবে না। এতদূর অবধি বলিয়া আস হইয়াছে—ব্রাসের স্থান এরূপ যে উহার একদিকে কয়েলটি একটি মেরুর অধীন ও অপরদিকে অপর মেরুর অধীন, অর্থাৎ কয়েলের মধ্যে একদিকে প্রবাহ বহিতে বহিতে যখনই অপরদিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হয় তৎক্ষণাৎ যেন উহার কমিউটেটার কোয়া ব্রাস পরিত্যাগ করে। এই নিমিত্ত, ডায়নামোর কার্যাবলী সহজে বুঝাইবার জন্ত রাজ্যচুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝামাঝি স্থানে ব্রাস স্থাপিত ধরা হইয়াছে, অর্থাৎ রাজ্যচুম্বকের মেরু সংযোজক রেখাতে লম্বরেখা টানিলে উহা আক্সেচারের যে স্থানে পড়ে সেই স্থানকে ব্রাসের স্থান ধরা হইয়াছে। এতক্ষণ অবধি এই স্থানকে নিষ্ফল স্থান (Neutral zone) ও এইস্থান পার হইবার সময় সম্ভাবিত প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যায়, ধরা হইয়াছে। কিন্তু বাস্তবিক ইহা ঠিক নহে। আক্সেচার যে দিকে ঘুরিবে এই স্থান হইতে সেইদিকে খানিকটা অগ্রসর হইলে তবে এই নিষ্ফল স্থান পাওয়া যায় এবং কার্যতঃও দেখা যাইবে যে ডায়নামো চলিতে থাকিলে আক্সেচারের ঘূর্ণনদিকে ব্রাসকে কিছু অগ্রবর্তী করাইয়া দিলে তবে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বন্ধ হয়। ব্রাসকে অগ্রবর্তী করাইবার নিমিত্ত ব্রাসের হোল্ডার বা ধারকগুলি ব্রাস ব্রকার নামক একটি অবলম্বনের সহিত আবদ্ধ থাকে, এই ব্রাস-ব্রকারকে ঘুরাইয়া হোল্ডার সমেত ব্রাসকে অগ্রপশ্চাৎ করান যায় এবং কতটা অবধি অগ্রবর্তী করিলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বন্ধ হইবে, তাহা ব্রাসকে একটু একটু করিয়া সরাইয়া পরীক্ষা (Trial) দ্বারা নিরূপণ করিতে হয়।

অগ্নিশুলিঙ্গ রদ করিবার জন্ত ব্রাসকে পূর্বকথিত নিষ্ফল স্থান হইতে বতটা অগ্রবর্তী করিতে হয় তাকে ব্রাসের অগ্রতা বা লীড(Lead) বলে।

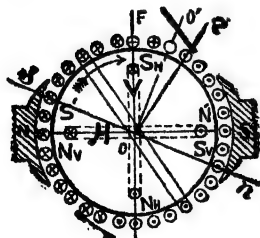
অগ্রতার প্রথম কারণ :—আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহহেতু রাজ্যের বক্রতা বা নিষ্ফল স্থানের অগ্রভবন। পূর্বে বলা হইয়াছে ঠিকমত নিষ্ফল স্থান মেরুদ্বয়ের মাঝামাঝি স্থান হইতে আর্মেচারের ঘূর্ণনদিকে কিছু অগ্রবর্তী, অবশ্য যদি আর্মেচার ঘুরিতে থাকে। নচেৎ যদি আর্মেচার না ঘোরে তাহা হইলে এই মাঝামাঝি স্থানই নিষ্ফল স্থান। কিন্তু যখন আর্মেচার ঘুরিতে থাকে তখন ইহার পরিচালকগুলির মধ্যে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, ও এই প্রবাহ দ্বারা আর্মেচারের লৌহকোরটি চুম্বকীভূত হয়। এই চুম্বকীভবনের প্রাথমিক আর্মেচারের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহবেগের



চিত্র—৩৪১

উপর নির্ভর করে। ৩৪১ চিত্র অনুযায়ী একটি ড্রাম আর্মেচার লইলে, উহাতে আর্মেচারের যেরূপ ঘূর্ণনগতি দর্শিত হইয়াছে তদনুযায়ী যেরূপ প্রবাহ হয় তাহা ঐ চিত্রে  $\odot$  ও  $\times$  দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।

অতএব দৃষ্ট হইবে এই আর্মেচারের পাক বা ফাঁসগুলিকে দুইভাগে বিভক্ত করা চলে—ভূসমান্তরাল ও খাড়া।

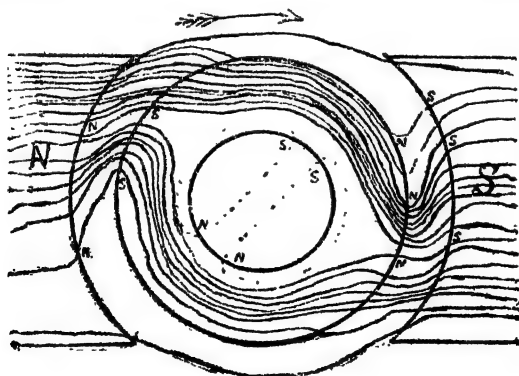


চিত্র—৩৪২

এইগুলি ৩৪২ চিত্রে যথাক্রমে H ও V দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। এখন যদি “দক্ষিণ হস্ত” বা “আম্পায়ারের “সম্মুখ-কারী” নিয়মানুসারে এই দুইপ্রকার ফাঁস গুলির মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ হেতু আর্মেচার লৌহে সম্ভাবিত চুম্বক-ক্ষেত্রের মেরু নির্ধারণ করা যায়, তাহা

হইলে ভূ-সমান্তরাল অংশ হেতু H দ্বারা সূচিত ও খাড়া অংশ হেতু V

অক্ষর দ্বারা স্থিতি ভাবের মেরুত্ব হইবে (চিত্রে H ও V মেরুঅক্ষরে সংযুক্ত) অর্থাৎ H চিহ্নিত ভূসমান্তরাল ফাঁসগুলি দ্বারা রাজ্যের আড়দিকে মেরুত্ব উৎপন্ন হয়, ইহাকে আড়চুম্বকত্ব বা 'ক্রসম্যাগনেটিজম' ( Cross-magnetism ) বলে এবং চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে আড়চুম্বকত্বের মেরুত্ব এরূপ যে আর্শেচারের ঘূর্ণন গতিকে বাধা দেয়, সুতরাং আর্শেচারের চালক ইঞ্জিনের উপর ভার আনয়ন করে ; এখন বুঝিতে পারা যাইতেছে যে পূর্বে যাহাকে আর্শেচারের প্রতিক্রিয়া বলা হইয়াছে, ইহা তাহারই একটি অংশ বা কারণ। এবং V চিহ্নিত খাড়া ফাঁসগুলি দ্বারা ভূ-সমান্তরাল দিকে এরূপভাবে মেরুসম্ভাবিত হয় যে S হইতে N এর দিকে অর্থাৎ রাজ্যের বিপরীত দিকে বলরেখা উৎপন্ন হয়, সুতরাং ইহার দ্বারা রাজ্য তেজ হ্রাস পায়, সেইজন্য এই ফাঁসগুলিকে চুম্বক নাশক ফাঁস ( Demagnetising belt ) বা বিপরীত পাক ( Back turns ) বলে এবং ইহা আর্শেচার প্রতিক্রিয়ার অপর অংশ বা কারণ।



চিত্র—৩৪৩

অর্থাৎ আর্শেচারের প্রতিক্রিয়া ক্রসম্যাগনেটিজেশান ও ডিম্যাগনেটাইজিং বেল্ট হেতু ঘটে। এখন এই ডিম্যাগনেটাইজিং বেল্ট হেতু রাজ্যের

প্রার্থ্য ( আর্শেচারের মধ্যে ) হ্রাস প্রাপ্ত হয়—অর্থাৎ রাজ্য কর্তৃক আর্শে-  
চারের মধ্যে যে সম্ভাবিত মেরুত্ব, তাহার তেজ হ্রাস হয়। আর্শেচারের  
এই হ্রাসপ্রাপ্ত ভূ-সমান্তরাল মেরু তেজকে যদি  $S'$  ও  $N'$  ধরা যায়, তাহা  
হইলে এবস্ত্রকার তেজবিশিষ্ট মেরু রাজ্য ও ক্রশম্যাগনেটিজেশান বা  
আড়দিকের রাজ্য, এতদ্ব্যতীত মিলিয়া মোট রাজ্য কিছু বাকিয়া যায়  
এবং ইহা বাকিয়া আর্শেচারের ঘূর্ণনগতির দিকে কিছু অগ্রসর হয়,  
ইহা ৩৪৩ চিত্রে ঘূর্ণয়মান রিং-আর্শেচারের মধ্য দিয়া বলরেখার আনুমানিক  
অবস্থা দেখিলে বুঝা যায়। অতএব মোট বলরাজ্যের দিক আর্শেচারের  
ঘূর্ণনদিকে ঘুরিয়া যায়, ইহা ৩৪২ চিত্রে  $s n$  রেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।  
সুতরাং এই মোট বলরাজ্যে লম্বরেখা টানিলে উহা কমিউটেটারের যে  
স্থান দিয়া যায়, সেইখানটি প্রবাহের দিক পরিবর্তনের স্থান এবং তথায়  
কোনরূপ ভোলটেজ সম্ভাবিত হয় না। কিন্তু ব্রাসকে কেবলমাত্র এই  
অবধি অগ্রসর করাইলে চলিবে না, ইহা অপেক্ষা আরও কিছু  
অধিক অগ্রসর করিতে হইবে।

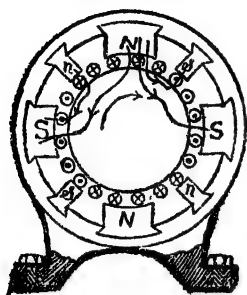
অগ্রতার দ্বিতীয় কারণ ভগ্নকালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ :—নিরবিচ্ছিন্নভাবে  
প্রবাহ আহরণের জন্য ব্রাসের মুখ এত চওড়া হয় যে উহা সর্বদাই  
দুইটি করিয়া কমিউটেটার কোয়াকে স্পর্শ করিয়া থাকে, সুতরাং আর্শেচার  
রিংই হউক বা ড্রামই হউক, ঐ কোয়াম্বয়ের মধ্যস্থ পাক বা ফাঁসগুলি  
ব্রাসের মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত বা সর্ট 'সার্কিটেড' হয়।  
এখন যদি ব্রাসটি  $O'$  চিহ্নিত স্থানে, চিত্র ৩৪২, ( যেখানে কোনরূপ  
ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় না ) স্থাপন করা হয়, তাহা হইলে ঐ স্থানে  
সর্ট-সার্কিটেড কয়েল বা ফাঁসগুলির মধ্যে যদিও কোনরূপ ভোলটেজ  
সম্ভাবিত হয় না। তত্রাপি কিছু প্রবাহ থাকে। তাহার কারণ, ব্রাসে  
পৌছিবার পূর্বে পর্যন্ত উহা যে মেরু ত্যাগ করিতে উদ্যত, তাহার  
অধীন ছিল এবং সেই মেরুদ্বারা উহাতে ভোলটেজ সম্ভাবিত হইয়াছিল,



তজ্জন্ম ইহাতে প্রবাহ বহিতেছিল এবং বলা বাহুল্য যে এই প্রবাহ এই মেরুর অধীনস্থ আর্মেচারের অর্ধেক পরিমিত করেলের মধ্য দিয়া বহিতেছিল। যখন উহা নিম্নল স্থানে আসে তখন উহার মধ্যে খুব অল্প সময়ের জন্ত ভোলটেজ সম্ভাবনা বন্ধ হয় বটে, কিন্তু সঙ্গে সঙ্গে প্রবাহ বন্ধ হয় না, ইহা আরও কিছুক্ষণের জন্ত অবশ্য খুব অল্প সময়ের জন্ত ঠিক পূর্কের মত ঐ করেলের মধ্য দিয়া, অর্থাৎ যে দিকে বহিতেছিল সেই দিকে, বহিতে থাকে (যেমন একটি ইঞ্জিন কোন গাড়িকে ঠেলিয়া লইয়া যাইতে যাইতে হঠাৎ ঠেলা কার্য বন্ধ করিয়া থামিয়া গেলেও গাড়ী তৎক্ষণাৎ থামে না, ইঞ্জিন বন্ধ হইবার পরেও কিছুক্ষণের জন্ত চলিতে থাকে ও কিছু পরে থামিয়া যায়)। এই অবস্থায় ফাঁস বা কয়েলটি ব্রাসের মধ্য দিয়া স্ট-সার্কিটেড হওয়ায় ভোলটেজ সম্ভাবনা বন্ধ হইবার পরেও বহমান প্রবাহ, আর্মেচার করেলের অর্ধাংশের মধ্য দিয়া প্রবাহিত না হইয়া, ব্রাস ও কমিউটেটারের কোয়ান্ডরের মধ্য দিয়া নিজের মধ্যে বহিতে থাকে। এখন প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই কমিউটেটারের একটি কোয়া ব্রাসকে ছাড়িয়া যাইবে, সেই সময় স্ট-সার্কিটেড কয়েলটির বৈদ্যুতিক পথ ঐ ব্রাসের স্থানে ভগ্ন হইবে। সুতরাং কয়েলটির মধ্যে প্রবাহ থাকা হেতু, ঐ পথ ভগ্নকালে, কয়েলটির মধ্যে স্বীয় সম্ভাবন হইবে এবং ইহা ভগ্নকালীন স্বীয় সম্ভাবন বলিয়া ঐ স্থানে ভগ্ন কালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Break spark) হইবে। ইহাই ব্রাসের নিকট অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হইবার কারণ। অগ্নি স্ফুলিঙ্গ রদ করিতে হইলে, যদি ব্রাসটিকে আরও একটু অগ্রসর করা যায়, তাহা হইলে পথ ভগ্ন হইবার পূর্বেই, ঐ ব্রাস অপর মেরুর অধীন হইবে ও ব্রাসটা কমিউটেটার কোয়াকে স্পর্শ করিয়া থাকিবার কালে, পূর্বে যে প্রবাহ বহিতেছিল তাহা ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া বন্ধ হইয়া যাইবে ও বিপরীত দিকে প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে থাকিবে (পরেও করেলের মধ্য দিয়া এই

বিপরীত দিকেই প্রবাহ বহমান হইবে)। সুতরাং ব্রাসটিকে একরূপ স্থানে দেওয়া হয় যে, ঐ স্থানে কমিউটেটার কোয়া ব্রাস পরিভ্রাণকালে অর্থাৎ পার হইবার সময়, এই নব (বিপরীত দিকের) ই, এম, এফ, ও তৎকালীন প্রবাহ একরূপ পরিমাণে সম্ভাবিত হয় যে, ভগ্নকালীন স্থায় সম্ভাবন হেতু বদ্ধিত হইয়াও উহার, পরে পূর্ণ সম্ভাবনের সময় ঐ কয়েলের মধ্যে যতটা পরিমাণ ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, তাহাদের অপেক্ষা অধিক হয় না—অতএব আর অগ্নিস্কুলিঙ্গ হয় না। অর্থাৎ ব্রাসটিকে একরূপস্থানে দিতে হইবে যে পরে এই কয়েলের মধ্যে যে সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণ ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হইবে ও তৎকালে ইহার মধ্য দিয়া যে প্রবাহ বহমান হইবে, ভগ্ন কালীন স্থায় সম্ভাবন দ্বারা বদ্ধিত হইয়াও যেন ইহাতে তদপেক্ষা অধিক ই, এম, এফ, বা প্রবাহ সম্ভাবিত না হয়। এই স্থানটি সকল সময় পরীক্ষা (trial) দ্বারা নিরূপিত হইয়া থাকে।

ইন্টার পোল ডায়নামো (Interpole Dynamo) ও যে কোন পরিমাণের প্রবাহ বিনা অগ্নিস্কুলিঙ্গে একটি স্থান হইতে আহরণ :—পূর্বেই বলা হইয়াছে ব্রাসকে যথাস্থানে না বসাইলে ব্রাস ও কমিউটেটারের মধ্যে অগ্নিস্কুলিঙ্গ ঘটে—এই অগ্নিস্কুলিঙ্গ কমিউটেটার ও ব্রাস উভয়ের পক্ষেই ক্ষতিকর। সুতরাং ব্রাসকে একরূপ স্থানে স্থাপিত করিতে হয় যেন যথাসম্ভব অল্প অগ্নিস্কুলিঙ্গ হয় এবং দৃষ্ট হইয়াছে এই স্থানটি সমষ্টি চুম্বক রাজ্যের নিষ্ফল স্থানের কয়েক ডিগ্রী (°) পরে। এখন এই সমষ্টি চুম্বক রাজ্য, সুতরাং উহার নিষ্ফল স্থান, আর্মেচার প্রবাহের উপর নির্ভর করে। প্রবাহ যত অধিক হইবে সমষ্টি চুম্বকরাজ্য তত অধিক ঘুরিয়া যাইবে। অতএব ডায়নামো হইতে বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ লইতে থাকিলে সমষ্টি চুম্বকরাজ্য, সুতরাং নিষ্ফল স্থানের, দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে। অতএব প্রবাহ অনুযায়ী ব্রাসকে বিভিন্ন স্থানে স্থাপিত করিতে হয়—প্রবাহ যত অধিক হইবে ব্রাসের দীর্ঘ তত অধিক হওয়া প্রয়োজন। ইন্টার পোল যন্ত্রে প্রবাহের পরিমাণ পরিবর্তনের সহিত ব্রাসের স্থান পরিবর্তনের প্রয়োজন হয় না। ইহাতে প্রবাহের পরিমাণ পরিবর্তিত হইতে থাকিলেও সমষ্টি চুম্বকরাজ্য ও নিষ্ফল স্থানের দিক পরিবর্তিত হয় না। অতএব প্রবাহ পরিমাণ বেগুপই ইউক না কেন ব্রাসকে প্রায় এক স্থানে স্থাপিত রাখিয়া উহা আহরণ করা যায়। বলরেখাসহ ইন্টার পোল যন্ত্র ৩৪৪ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে দৃষ্ট হইবে প্রত্যেক দুইটি করিয়া



চিত্র—৩৪৪

প্রধান মেরুর মাঝমাঝি স্থানে একটি করিয়া অতিরিক্ত মেরু আছে, চিত্রে ইহার। অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্রাকারে দর্শিত হইয়াছে। এই অতিরিক্ত মেরুগুলির উদ্ভেজক করেল সকল আর্মেচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত। সুতরাং প্রবাহ বহু অধিক হয় ইহাদের মেরুতেজ তত প্রথর হয় এবং চিত্রে প্রধান মেরুগুলির সহিত তুলনায় ইহাদিগের মেরুত্ব বা বলরেখার অবস্থা দেখিলে দৃষ্ট হইবে, প্রবাহ দ্বারা আর্মেচারের যেখানে N বা S মেরু সৃষ্ট হয়, এই অতিরিক্ত মেরু দ্বারা তথ্য ধাক্রমে S বা N মেরু অর্থাৎ বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়। অতএব প্রবাহ পরিমাণে বৈকল্যই পরিবর্তিত হউক না কেন (খানিকটা সীমার মধ্যে), সমষ্টিরাজ্যের দিক প্রায় অপরিবর্তিত থাকে। এতদ্ব্যতীত করেলগুলি নিম্নলিখিত স্থান পার হইবার সময় উহাদিগের মধ্যে ই, এম, এফ এর দিক পরিবর্তন কাণ্ডে সাহায্য করে—সুতরাং ‘কমুটেশন’ (Commutation) ভাল হয়।

**ডায়নামোর ই, এম, এফ, হিসাব :—**ষিমেক্ষ বস্ত্রে

ধরা যাউক  $F$ —আর্মেচারের মধ্য দিয়া মোট ‘ফ্লাক্স’ (Flux) বা বলরেখা,  $Z$ —আর্মেচারস্থ সিরিজে সংযুক্ত মোট তার সংখ্যা,  $N$ —প্রতি দিকে আর্মেচারের ঘূর্ণন সংখ্যা,—তাহা হইলে প্রত্যেক ঘূর্ণনে প্রত্যেকতার  $F$  বলরেখাকে দুইবার কাটে, অর্থাৎ প্রত্যেক ঘূর্ণনে  $2F$  বলরেখাকে কাটে, সুতরাং প্রতিসেকেন্ডে  $2F N$  বলরেখাকে কাটে, সুতরাং প্রত্যেক তারের ই, এম, এফ, —  $2F N$  সি, জি, এস, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইউনিট বা

$\frac{2FN}{10^8}$  ভোলট। এবং বেহেতু আর্মেচারের দুই বিপরীত স্থানে দুইটি ব্রাশ

স্থাপিত হয়, আর্মেচারের মধ্যে একটি ব্রাশ হইতে অপর ব্রাশে বাইবার জন্ত প্রবাহ দুইটি সমান পথ পায়, একটি একদিক দিয়া, আর একটা অপর-দিক দিয়া। সুতরাং এই পথদ্বয়ের প্রত্যেকের মোট তার সংখ্যা  $Z/2$  এবং ইহার। সিরিজে সংযুক্ত। এবং যেমন প্যারালালে সংযুক্ত দুইটি ব্যাটারির ই, এম, এফ, একটি ব্যাটারির ই, এম, এফ, এর সমান, ডায়নামোতেও প্যারালালে সংযুক্ত পথদ্বয়ের ই, এম, এফ, একটি পথের ই, এম, এফ, এর

সহিত সমান। সুতরাং ডায়নামোর মোট ই, এম, এফ,  $= Z/2$  সংখ্যক তার হেতু ই, এম, এফ।

$$\text{সুতরাং ই, এম, এফ,} = \frac{2FN}{10^8} \times \frac{Z}{2} \text{ভোল্ট} = \frac{FNZ}{10^8} \text{ভোল্ট।}$$

$$= \frac{\text{বলরেখা} \times \text{ঘূর্ণনগতি} \times \text{তার সংখ্যা}}{10^8} \text{ভোল্ট।}$$

**বহুমেরু মন্ত্র :—**যদি P জোড়া মেরু থাকে তাহা হইলে মোট বলরেখা  $= P \times$  (এক জোড়া মেরুর বলরেখা)। সুতরাং উল্লিখিত মন্ত্র হইতে আর্শেচারের তারগুলি সিরিজে সংযুক্ত হইলে ই, এম, এফ,

$$= \frac{P \times F \times N \times Z}{10^8} \text{ভোল্ট, আর যদি তারগুলি প্যারাললে সংযুক্ত হয়,}$$

$$\text{ই, এম, এফ,} = \frac{F \times N \times Z}{10^8} \text{ভোল্ট। যথা, একটি চারি মেরু বা দুইজোড়া}$$

মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র লইলে—যদি আর্শেচারের তার সকল সিরিজে সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে তার সকল দুইভাগে বিভক্ত হইতেছে এবং প্রত্যেকভাগে  $Z/2$  সংখ্যক তার আছে। এবং বেহেতু প্রত্যেক মেরু হইতে মোট F সংখ্যক

বলরেখা আর্শেচারের মধ্যে হয়, এবং এক্রপ চারিটি মেরু আছে, সুতরাং প্রত্যেক এক পাক ঘূর্ণনে ৪ F সংখ্যক বলরেখা ছেদিত হইতেছে, অতএব প্রতি সেকেন্ডে মোট ৪ F N সংখ্যক বলরেখা ছেদিত হইতেছে, সুতরাং প্রত্যেক তারের মধ্যে  $\frac{8FN}{10^8}$  ভোল্ট ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হইতেছে এবং

এক্রপ  $Z/2$  সংখ্যক তার সিরিজে সংযুক্ত থাকায়, মোট সম্ভাবিত ই, এম, এফ,  $= \frac{8FN}{10^8} \times \frac{Z}{2} = \frac{2FNZ}{10^8}$  ভোল্ট, এখানে  $P=2$ । কিন্তু যদি

প্যারাললে সংযুক্ত যন্ত্র হয়, তাহা হইলে ঐ Z সংখ্যক তার প্যারাললে সংযুক্ত চারিটি ভাগে পরিণত হইতেছে, সুতরাং প্রত্যেক ভাগে মোট তার সংখ্যা  $= Z/4$ , এবং পূর্বের গ্রন্থ প্রত্যেক ভাগের মধ্যে (সুতরাং মোট) সম্ভাবিত

$$\text{ই, এম, এফ,} = \frac{8FN}{10^8} \times \frac{Z}{4} \text{ভোল্ট} = \frac{FNZ}{10^8} \text{ভোল্ট।}$$

**ডায়নামোর পারকতা (Efficiency of Dynamos)**  
 প্রত্যেক যন্ত্রেই যে পরিমান শক্তি যোগান হয় সেই পরিমান কার্য পাওয়া যায় না, কোন না কোন কারণে কিছু শক্তির অপব্যয় ঘটে। কোন যন্ত্রের মধ্যে যে পরিমান কার্যশক্তি যোগান হয় তাহার সহিত তুলনায় যে পরিমাণ কার্য ঐ যন্ত্র হইতে পাওয়া যায় তাহাকেই যন্ত্রের পারকতা বা ‘এফিসিয়েন্সি’ (Efficiency) বলে। ডায়নামো ও মোটরে বেয়ারিংএর সহিত সাক্ষের ঘর্ষণ, ব্রাসের ঘর্ষণ এবং বায়ুর মধ্যে ঘূর্ণায়মান অংশাবলী হেতু বাধা, এই সকল কারণে কিছু অপব্যয় ঘটে। এতদ্ব্যতীত আর্মেচার ও রাজ্য চুম্বক সকল উত্তপ্ত হওয়া, এবং এডি কারেন্ট ও হিষ্টেরেনিস হেতু লোহের মধ্যে কিছু অপচয় হয়। এই সকল কারণে ডায়নামো বা মোটরের মধ্যে যতটা শক্তি প্রয়োগ করা হয় ততটা পরিমাণ কার্য পাওয়া যায় না। এই সম্পর্কে নিম্নলিখিত সূত্রগুলি দ্রষ্টব্য—

$$\text{বৈদ্যুতিক পারকতা} = \frac{\text{বহির্পথে ওয়াট}}{\text{মোট উৎপন্ন ওয়াট}}$$

$$\text{Electrical Efficiency} = \frac{\text{Watt in the external circuit}}{\text{Total watt generated}}$$

$$\text{সগুদাগরি পারকতা} = \frac{\text{বহির্পথে ওয়াট}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\text{Commercial efficiency} = \frac{\text{watts in the external circuit}}{\text{Total power supplied}}$$

অতরাং সগুদাগরি পারকতা সকল সময় বৈদ্যুতিক পারকতা অপেক্ষা কম, কারণ যন্ত্রের মধ্যে ঘর্ষণ হেতু অপচয় ঘটেই। কিন্তু এক্রপ অপচয় অতি অল্প হয় বলিয়া এই পারকতা দ্বয়ের মধ্যে অধিক প্রভেদ হয় না। ভাল বড় যন্ত্রের সগুদাগরি পারকতা ৯২% হইতে ৯৫%।

$$\text{যান্ত্রিক পারকতা} = \frac{\text{মোট উৎপন্ন ওয়াট}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\text{Mechanical efficiency} = \frac{\text{Total watts generated}}{\text{Total Power supplied}}$$

মতরাং পূর্বসূত্রদ্বয় হইতে—

$$\text{যান্ত্রিকপারকতা} = \frac{\text{সুওদাগরি পারকতা}}{\text{বৈদ্যুতিক পারকতা}}$$

$$\text{Mechanical Efficiency} = \frac{\text{Commercial Efficiency}}{\text{Electrical Efficiency}}$$

উপরেই বলা হইল, ঘর্ষণ, এডিকারেন্ট, হিষ্টেরেসিস, প্রভৃতি হেতু ডায়নামোতে শক্তির আভ্যন্তরিক অপচয় খুবই অল্প হয় (ভাল যন্ত্রে প্রায় ৪%—৬%) এই জন্য ভাল ডায়নামোর যান্ত্রিক পারকতা অত্যন্ত অধিক হয়, প্রায় ৯৬% বা ৯৭% এবং শক্তির রূপান্তর করিতে ভাল ডায়নামোর মত পারক যন্ত্র আর নাই বলিলেই হয়। এবং পারকতা হিসাবে মোটর (বৈদ্যুতিক) ষ্টিক ডায়নামোর মত। অতএব এই বৈদ্যুতিক যন্ত্র দুইটা সর্বাপেক্ষা অধিক “পারক” যন্ত্র।

**পারকতার তালিকা (Table of Efficiencies) :—**

যদি ডায়নামোর মধ্যে ঘর্ষণ, এডিকারেন্ট ও হিষ্টেরেসিস হেতু আভ্যন্তরিক শক্তির অপচয় হয়  $W$  ওয়াট,  $e$ —টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ বা পি, ডি, বহির্পথের প্রবাহ হয়  $C$  আমপেয়ার,  $R_a$ —আর্মচারের,  $R_m$ —রাজ্যচুম্বকের সিরিজ কয়েলের ও  $R_s$ —সান্ট কয়েলের বাধা, তাহা হইলে—

যন্ত্র	বৈদ্যুতিক পারকতা	সাওদাগরি পারকতা
সিরিজ	$\frac{e C}{eC + C^2 (R_a + R_m)}$	$\frac{e C}{eC + C^2 (R_a + R_m) + W}$
সান্ট	$\frac{e C}{eC + \frac{C^2}{R_s} + \left(C + \frac{e}{R_s}\right)^2 R_a}$	$\frac{e C}{eC + \frac{C^2}{R_s} + \left(C + \frac{e}{R_s}\right)^2 R_a + W}$

যদি সর্ট সাণ্ট কম্পাউণ্ড যন্ত্র হয়, বৈদ্যুতিক পারকতা —  

$$\frac{e}{C}$$

$$eC + C^2 R_m + (e + CR_m)^2 + \left( C + \frac{e + CR_m}{R_s} \right)^2 R_a$$

সংদাগরি পারকতা = উপরের হরের (Denominator) সহিত W যোগ করিলে পাওয়া যাইবে।

**ডায়নামোর রোগ ( Defects in Dynamos ) :—**

ডায়নামোর একটি খুব সাধারণ রোগ, আর্মেচার ঠিকমত বা প্রয়োজন মত গতিতে ঘুরিতে থাকিলেও উহাতে প্রবাহ উৎপন্ন হয় না বা যদিও হয়, যতটা প্রবাহ উৎপন্ন হইবার জন্ত যন্ত্রটি প্রস্তুত হইয়াছে, ততটা প্রবাহ হয় না। এই রোগের কারণ হইতে পারে, (১) ডায়নামোর নিজের মধ্যে কোন দোষ, অথবা (২) যে বহির্পথে প্রবাহ সরবরাহ করিতে হইবে তাহাতে কোন দোষ, যথা, সাণ্ট যন্ত্রে, যদি ইনসুলেশান ঠিক থাকে এবং ডায়নামোটি ঠিক থাকে, তাহা হইলে প্রবাহ উৎপন্ন না হইবার কারণ (১) বহির্পথের বাধা অত্যন্ত কম হওয়া বা (২) রাজ্যচুম্বকের প্রয়োজনমত চুম্বকত্ব না থাকা। পূর্বেই দেখা গিয়াছে যে ভাল সাণ্ট ডায়নামোর রাজ্যকয়েলের বাধা বহির্পথের বাধার সহিত তুলনায় খুব অধিক এবং এই বহির্পথের বাধা, মেনের মধ্যস্থ প্যারাললে সংযুক্ত বাতির সংখ্যা যত বাড়ান যায়, তত কম হয়। সুতরাং যদি এইভাবে বা অন্য কোন প্রকারে বহির্পথের বাধাকে কমাইয়া, ডায়নামোকে ঠিক ভাবে কার্য করিতে হইলে ঐ বাধা যেরূপ হওয়া উচিত, তদপেক্ষা যদি অনেক কমাইয়া ফেলা যায়, তাহা হইলে ডায়নামো আর কাজ করিতে অর্থাৎ প্রবাহ দিতে পারিবে না। বাহাতে সমস্ত প্রবাহ রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া যায় সেইজন্য সমস্ত বহির্পথ ডায়নামো হইতে খুলিয়া দিয়া (সুইচ উঠাইয়া দিয়া) যন্ত্রটিকে ছুঁক মিনিট কাল চালাইয়া, এইরূপে হ্রাস প্রাপ্ত রাজ্য চুম্বকের উত্তেজনাকে বর্দ্ধিত করা

যায়। অতঃপর রাজ্যচুম্বক ঠিক ভাবে উত্তেজিত হইলে, স্নইচ সাহায্যে বহির্পথে প্রবাহ লওয়া চলে।

**ডায়নামো উত্তেজিত না হওয়া :-** (ক) অনেক সময় ভুল সংযোজন হেতু ( অর্থাৎ যাহাতে ইহার ঘূর্ণন গতি উল্টাইয়া যায় ) হয়। একপস্থলে রাজ্যকয়েলের শেষভাগঘরের সংযোজন ব্রাসের সহিত পূর্ব সংযোগের বিপরীত করিয়া দিতে হয় ( ২৫০ পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য )। কতকগুলি প্রকার যন্ত্রে, বিশেষতঃ বহুমেরু যন্ত্রে, রাজ্যকয়েলের সংযোজন না বদলাইয়া কেবল ব্রাস-রকারকে ঘুরাইয়া এই ভুলের ফল সংশোধিত হইতে পারে, যথা ৪-মেরু বা ৬-মেরু যন্ত্রে ব্রাস-রকারকে যথাক্রমে পরিধির  $\frac{1}{2}$  বা  $\frac{1}{3}$  অংশ ঘুরাইতে হইবে। দ্বিমেরু যন্ত্রে সচরাচর এরূপ করা হয় না। কারণ তাহাতে রকারকে পরিধির অর্ধেক ঘুরাইতে হইবে। ৩৫১, ৩৫৩চিত্রদ্বয় দেখিলে সহজে বুঝিতে পারা যাইবে কিরূপে ব্রাসের স্থান পরিবর্তন দ্বারা রাজ্যকয়েলের সংযোজন পরিবর্তিত হয়।

(খ) টার্মিনালে ময়লা পড়া বা (গ) স্ক্রু টাইট না হওয়া হেতু টার্মিনাল স্থানে ভালরূপ সংযোগন ক্রিয়া না ঘটায় দরুণ হইতে পারে, অথবা (ঘ) বহির্পথের মধ্যে সংযোগনগুলি ভালরূপ না হওয়ার দরুণও হইতে পারে। (ঙ) ব্রাস হোল্ডারের সহিত রাজ্যকয়েলের বা টার্মিনালের সংযোগক তারগুলি যদি আলগা থাকে বা ছিন্ন হয়, অথবা যদি (চ) ব্রাসগুলি কমিউটেটরের উপর যথাস্থানে স্থাপিত না হয় তাহা হইলে ডায়নামো উত্তেজিত হইবে না, (ছ) অনেক সময় ইনসুলেশানের দোষ হেতু সর্ট সার্কিট হওয়ার দরুণ ডায়নামো ঠিকভাবে কাজ করে না।

**ডায়নামোর মধ্যে সর্ট সার্কিট ঘটা :-** ডায়নামো বা মোটর প্রভৃতির আয় বৈদ্যুতিক যন্ত্রে সর্ট সার্কিট ঘটিলে শক্তির অপব্যয় হয়, সেই জন্য যন্ত্রগঠনে ও তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করণে বিশেষ সাবধান হইতে হয়। ডায়নামোতে নিম্নলিখিত



কয়েক প্রকারের সর্ট সার্কিট ঘটিতে পারে,—(১) রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে (২) রাজ্যকয়েলের নিজের মধ্যে, (৩) আর্মেচারের লৌহখণ্ডের মধ্যে, (৪) আর্মেচার কয়েলের নিজের মধ্যে, (৫) কমিউটেটারের কোয়াগুলির মধ্যে এবং (৬) ব্রাসহোল্ডার গুলি ও রকারেব মধ্যে। এখন কোনস্থানে সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে তাহা স্থির করিবাব উপায় নিম্নে প্রদত্ত হইল।

(১) রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে একটি ৫০ ভোল্ট ব্যাটারি লইয়া উহার একটি পোল রাজ্যকয়েলের এক শেষভাগের সহিত ও অপর পোল একটি গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন স্ক্রু'র সহিত সংযুক্ত করিয়া, গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন স্ক্রু হইতে একটি তার লইয়া চুষক লৌহের যে কোন স্থানে স্পর্শ করাইলে যদি গ্যালভানোমিটারের চুষক সূচ ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে প্রবাহ বহিতেছে, অতরাং রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে সর্ট সার্কিট আছে।

(২) রাজ্যকয়েলের নিজের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে রাজ্যকয়েলের তারের স্থূলতা ও পাকসংখ্যা হইতে ঐ তারের দৈর্ঘ্য ও তাহা হইতে ইহার বাধা হিসাব করিয়া বাহির করিতে হইবে। অতঃপর বাস্তবিক উহার বাধা কি, তাহা হোয়েটস্টোন ব্রিজ ও রেজিস্ট্যান্স কয়েলের সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া ঠিক করিতে হইবে। যদি এই বাস্তবিক বাধার সহিত হিসাব মত বাধার বিশেষ প্রভেদ হয়, তাহা হইলে কয়েলের নিজের মধ্যে সর্ট সার্কিট আছে বুঝিতে হইবে। রাজ্যকয়েলে সর্ট সার্কিট হইলে, খুলিয়া পুনরায় উহাকে ঠিক ভাবে জড়াইতে হইবে।

(৩) আর্মেচার ও উহার কয়েলের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে, কমিউটেটার হইতে ব্রাস সকল খুলিয়া লইয়া (১) এর মত আর্মেচার কয়েলের এক শেষভাগ ব্যাটারির একপোলের সহিত সংযোগ করিয়া, ব্যাটারির অপর পোল গ্যালভানোমিটারের একটি

বন্ধন জুঁর সহিত সংযোগ করিয়া, গ্যালভানোমিটারের অপর জুঁ হইতে একটি তার লইয়া আর্সেচারের বা কমিউটেটোরের যে কোন অনাবৃত লৌহ অংশে স্পর্শ করাইলে, যদি সর্ট সার্কিট হইয়া থাকে, তাহা হইলে গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যাইবে।

(৪) আর্সেচারের কয়েলগুলির নিজেদের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে কয়েলগুলিকে কমিউটেটোরের কোয়া হইতে খুলিয়া, পৃথক ভাবে প্রত্যেক কয়েলের বাধা বাহির করিতে হইবে। কোন কয়েলের বাধা গডবাধা হইতে অধিক তকাং হইলে ঐ কয়েলটিতে সর্ট সার্কিট আছে।

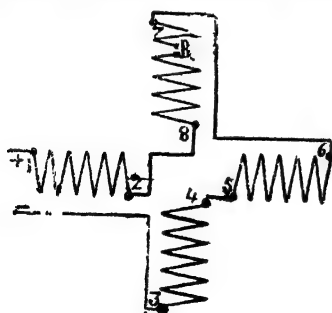
ইহা আরও সহজ উপায়ে দেখা যাইতে পারে। ব্রাসগুলি তুলিয়া দিয়া উত্তেজিত রাজ্য চুম্বকের রাজ্যে আর্সেচারকে ঘুরাইলে, যদি উহার কোন কয়েলে সর্ট সার্কিট থাকে তাহা হইলে তাহাতে খুব অধিক প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে ও তজ্জন্য তাহা গরম হইয়া উঠিবে।

(৫) কমিউটেটোরের কোয়াগুলির মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে, কয়েলগুলি খুলিয়া দিয়া, একটি সেল ও গ্যালভানোমিটার লইয়া প্রত্যেক কোয়া তাহার সম্বন্ধিত কোয়ার সহিত সর্ট সার্কিট হইয়াছে কিনা দেখিতে হইবে। সেলের একটি পোল গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন জুঁর সহিত যোগ করিয়া, সেলের অপর পোল হইতে একটি তার ও গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন জুঁ হইতে একটি তার, এই দুইটি তার লইয়া পাশাপাশি দুইটি কোয়াতে স্পর্শ করাইলে, যদি গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যায়, তাহা হইলে কোয়াদ্বয় পরস্পর হইতে ভালরূপে রোধিত নহে।

(৬) ব্রাস হোল্ডারের সহিত 'রকারের' সর্ট সার্কিট হইয়াছে কিনা ধরিতে হইলে, একটি ম্যাগনেটো বেলের তারদ্বয় লইয়া একটিকে রকারের সহিত সংযুক্ত রাখিয়া অপরটিকে এক একটি করিয়া হোল্ডারের সহিত স্পর্শ করাইয়া ম্যাগনেটো বেলের হ্যাণ্ডেল ঘুরাইলে, যদি কখনও ঘণ্টা

বাজে, তাহা হইলে ঐ হোল্ডারের সহিত সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে। লাইন হইতে পরীক্ষা করিতে হইলে, লাইন ভোল্টেজের উপযোগী একটি আলো লইয়া লাইনে একটি তারের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়, আলোর অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার ও লাইনের অপর তার, এই দুইটি তার লইয়া পূর্বের মত পরীক্ষা করিলে, যদি আলো জ্বলে, তাহা হইলে সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে।

(২) মেনের মধ্যে সাট সার্কিট থাকিলে সিরিজ যন্ত্রের আশ্চেচার ঘুরিতে বাধা পাইবে এবং ইহাকে চালাইতে অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইবে। সাট যন্ত্র কিন্তু অত্যন্ত দ্রুত চলিবে, ইহাকে 'রেস' (Race) করা বলে। কম্পাউণ্ড ডায়নামো হইলে আশ্চেচারের গতি প্রায় একভাব থাকে বটে, কিন্তু অত্যন্ত অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয় এবং যন্ত্রটি গরম হইয়া উঠে। যদি ডায়নামো ঠিক ভাবে না চলে তাহা হইলে প্রথমে দেখা উচিত মেনে দোষ আছে কি না, সেইজন্য মেনকে যন্ত্র হইতে খুলিয়া দিয়া যন্ত্রের সহিত পরীক্ষক আলো বা 'পাইলট ল্যাম্প' (Pilot Lamp) সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে চালাইলে যদি উহা ঠিকমত জ্বলে, তাহা হইলে বুঝিতে হইবে মেনে দোষ আছে



চিত্র—৩৪৫

এবং তখন মেনে কোন্ স্থানে কিরূপ দোষ হইয়াছে তাহা নিগয় করিতে হইবে। অবশ্য যন্ত্রের ভোলটেজ অনুযায়ী সিরিজসংযুক্ত কতকগুলি ল্যাম্প বা বাতি ব্যবহার করিতে হয়। রাজ্য বা আশ্চেচার কয়েলের কোন স্থানে তার ছিন্ন থাকিলে ডায়নামো কার্য্য করিবে না।

এরূপ ছেদ সহজেই ধরা পড়ে, আর দৃষ্টির অতীত হইলে ব্যাটারি বা

এবম্বন্ধকার কোন স্থান হইতে প্রবাহ লইয়া উহা লক্ষিত হইতে পারে, কারণ এইস্থান বা কয়েল দিয়া প্রবাহ বহিবে না। যথা—

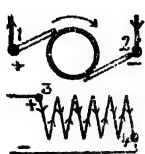
৩৪৫ চিত্রে B চিহ্নিত স্থানে রাজ্য কয়েলের তার কাটিয়া গিয়াছে। এখন যদি ব্যাটারির একটি পোল কোন রাজ্য কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া (যথা চিত্রে ৩৪৭ সহিত) ব্যাটারির অপর পোল একটি বাতির একটি টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া, বাতির অপর টার্মিনাল হইতে তার লইয়া কয়েলগুলির শেষভাগগুলির সহিত ক্রমান্বয়ে সংযুক্ত করিতে থাকা যায় (যথা চিত্রে ৪, ৫, ৬, ৭, ৮ প্রভৃতির সহিত), তাহা হইলে দেখা যাইবে যে ৭ অবধি আসা পর্য্যন্ত বাতি জ্বলিবে, কিন্তু ৭ হইতে ৮ বাইলে আর বাতি জ্বলে না, অতএব স্থির হয় যে ৭-৮ কয়েলে ছেদ আছে। বাতির পরিবর্তে ভোল্টমিটার ব্যবহার করা যাইতে পারে, B বিন্দু পার হইবার আগে পর্য্যন্ত ইহার সূচ দ্বারা ভোল্টেজ দর্শিত হইবে, কিন্তু B বিন্দু পার হইলে আর কোন ভোল্টেজ দর্শিত হইবে না, সূচটি শূন্য চিহ্নিত স্থানে আসিবে। এই ছেদ নির্ধারণের জন্য ম্যাগনেটো ও পোলারাইজড বেলণ্ড ব্যবহার হয়।

রাজ্য কয়েলগুলি পরস্পরের সহিত ঠিকভাবে সংযুক্ত না হইলে যদি উৎপাদিত মেরুগুলি একরূপ হয় যে একটি মেরুর পরবর্তী মেরু বিপরীত না হইয়া অনুরূপ হয়, তাহা হইলেও ডায়নামো প্রবাহ দিবে না। কিরূপ ভাবের মেরু উৎপাদিত হইতেছে তাহা কয়েলগুলির পাক অনুসরণ করিলে স্থির হইতে পারে, অথবা ব্যাটারি হইতে কয়েলগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহ দিয়া উৎপাদিত মেরুগুলির মেরুত্ব সূচ চুম্বকের সাহায্যে নির্ধারিত হইতে পারে।

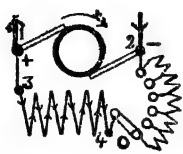
**ডায়নামো আর্মোচারের ঘূর্ণন গতি পরি-  
বর্তন পদ্ধতি**—রাজ্য কয়েল ব্রাসের সহিত একরূপ ভাবে সংযুক্ত হওয়া প্রয়োজন যেন আর্মোচারের প্রবাহ রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া বাইলে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব পরিবর্তিত হয়।

এখন ৩৪৬ চিত্র অনুযায়ী একটি পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোর রাজ্য কয়েলের ৩ চিহ্নিত শেষভাগ বাহ্যিক উৎপাদকের +এর সহিত ও ৪ চিহ্নিত শেষভাগ—এর সহিত সংযুক্ত অবস্থায় আর্মোচারের ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণনে যদি ১ চিহ্নিত ব্রাস+ব্রাস ও ২ ব্রাস নেগেটিভ হয়, তাহা হইলে ইহাকে স্বীয় উত্তেজিত সার্ট যন্ত্রে পরিণত করিতে হইলে, আর্মোচারের

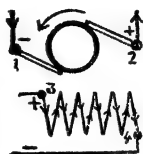
ঐরূপ ঘড়ির কাঁটার মত ঘূর্ণন রাখিলে, রাজ্যকয়েলের সংযোজন ৩৪৭ চিত্র অনুযায়ী ৩ শেষভাগ+ব্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ-ব্রাসের সহিত



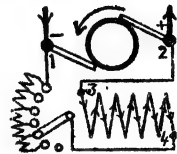
চিত্র—৩৪৬



চিত্র—৩৪৭



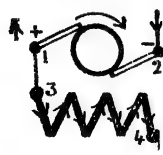
চিত্র—৩৪৮



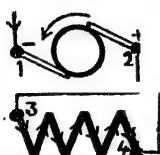
চিত্র—৩৪৯

সংযোগ করিতে হইবে এবং প্রয়োজন মত রেগুলেটিং রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করিলে সংযোজন পদ্ধতি ৩৪৭ চিত্রে দর্শিত অনুযায়ী হইবে।

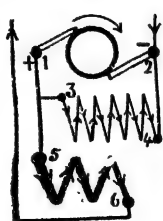
এখন যদি আর্মেচারের ঘূর্ণনগতি উন্টাইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে ৩৪৮ চিত্রে পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রে ১ ব্রাস (যাহা পূর্বে+ ছিল) এখন-হইয়া যাইতেছে ও ২ ব্রাস (যাহা পূর্বে- ছিল) এখন+হইতেছে। সুতরাং স্বীয় উত্তেজিত যন্ত্রে পরিণত করিতে হইলে, যদি এস্থলেও পূর্ববৎ ৩ শেষভাগে ১ ব্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ ২ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করা যায়, তাহা হইলে রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া যাওয়া সঙ্গে সঙ্গে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট হইয়া যাইবে। অতএব যন্ত্রটিকে পূর্বের স্থায় স্বীয়



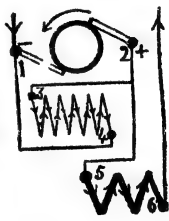
চিত্র—৩৫০



চিত্র—৩৫১



চিত্র—৩৫২



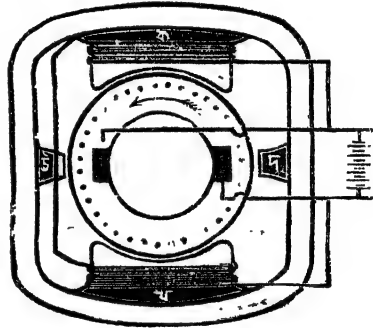
চিত্র—৩৫৩

উত্তেজিত হইতে হইলে রাজ্যকয়েলের সংযোজনও বদলাইতে হইবে, অর্থাৎ ৩ শেষভাগ ২ (উপস্থিত+) ব্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ ১

( উপস্থিত—) ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, চিত্র ৩৪৯। সাণ্ট যন্ত্রের ত্রায় সিরিজ যন্ত্রেও আর্শেচারের ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনের সহিত রাজ্য কয়েলের সংযোজনও বদলাইতে হইবে, ইহা আর খুলিয়া বুঝাইবার প্রয়োজন নাই, ৩৫০, ৩৫১ চিত্রদ্বয় দেখিলেই সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি বুঝিতে পারা যাইবে।

কম্পাউণ্ড যন্ত্রে সাণ্ট ও সিরিজ উভয় কয়েলেরই সংযোজন উলটাইয়া দিতে হইবে। ইহা ৩৫২, ৩৫৩ চিত্রদ্বয় দেখিলে বুঝিতে পারা যাইবে।

**রোজেনবার্গ ডায়নামোঃ—৩৫৪** চিত্রে রোজেনবার্গ (Rosenburg) ডায়নামোর গঠন দর্শিত হইয়াছে। ইহা রেল গাড়ীতে আলোক জ্বলাইবার, নিমিত্ত ও রেলগাড়ীর ব্যাটারি চার্জ করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা গাড়ীর ‘আকসেল’ (axle) দ্বারা চালিত হয়। ইহার গঠন এরূপ যে বিভিন্ন গতিতেও প্রায় সমভাবে (তেজে)



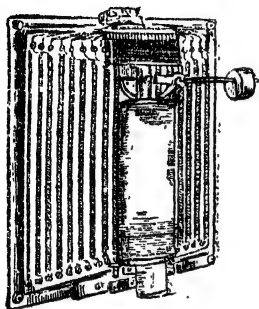
চিত্র—৩৫৪

কারেন্ট উৎপন্ন করে এবং কারেন্ট সমান থাকিলে ভোল্টেজও প্রায় সমান থাকে।

### একভাব ভোল্টেজ ও অটোম্যাটিক সাণ্ট রেগুলেটর।

পূর্বেই বলা হইয়াছে ডায়নামোর ভোল্টেজ একভাব করণার্থে কম্পাউণ্ড ডায়নামো প্রস্তুত হয়—কিন্তু ইহাতেও চালক ইঞ্জিন বা মোটরকে (প্রাইম মুভারকে) একভাব গতিতে ধরা চাই। আদিম চালকের ঘূর্ণন গতির হ্রাস বৃদ্ধি হেতু ডায়নামোর ঘূর্ণন গতির হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা উৎপন্ন ভোল্টেজের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে। এরূপ হলে ডায়নামো হইতে একভাব ভোল্টেজ পাইবার উদ্দেশ্যে নানা প্রকারের ‘অটোম্যাটিক সাণ্ট রেগুলেটর’ প্রস্তুত হইয়াছে। ইহাদিগের কার্য-প্রণালী—অবস্থানুসারে সাণ্ট কয়েলের সহিত নিজে

নিজেই প্রয়োজন মত অল্প বা অধিক বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে একভাব ভোলটেজ (Constant Voltage) বিশিষ্ট করে। ৩৫৫ চিত্রে এই প্রকার একটি উপলব্ধন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে পারদধারী একটি কাঁচের পাত্র একটি খাড়া লৌহ-দণ্ডের উর্দ্ধ সীমায় আবদ্ধ। লৌহদণ্ডটির নিম্ন প্রান্ত একটি খুব সরু তারের কয়েলের মধ্যে অবস্থিত। এই কয়েলটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত থাকে, সুতরাং ডায়নামোর পূর্ণ ভোলটেজ পায়। লৌহদণ্ডটির মধ্যস্থল একটি লিভারের এক প্রান্তের সহিত সংযুক্ত, লিভারের



চিত্র—৩৫৫

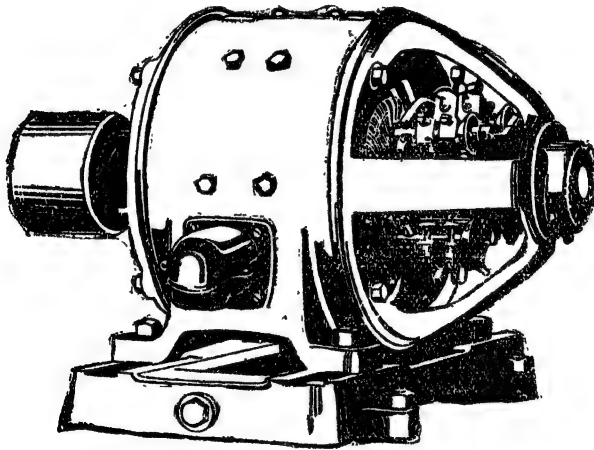
অপর প্রান্তে প্রয়োজন মত কিছু ভার (Counter weight) দ্বারা লৌহদণ্ডটি ঝুলায়মান। বাধাদায়ক কয়েলগুলি লৌহকাঠানে (frame) চীনামাটি দ্বারা পাশাপাশি ভাবে আবদ্ধ এবং তাহাদের প্রান্তগুলি কাঁচপাত্রস্থ পারদের মধ্যে বিভিন্ন স্তরে (level) নিমগ্ন। যে সকল বাধা কয়েলের প্রান্ত পারদে নিমগ্ন, তাহারা পারদ দ্বারা 'সার্ট সার্কিটেড', সুতরাং সেই সকল কয়েলের বাধা সার্ট কয়েলের সহিত সিরিজে প্রযুক্ত হয় না, কেবলমাত্র যেগুলির প্রান্ত পারদে নিমগ্ন নহে তাহারা সার্ট কয়েলে সিরিজে সংযুক্ত হইয়া উহার বাধাকে বর্জিত করে।

কার্যাবলী :—যদি ডায়নামোর ভোলটেজ বর্জিত হয় (গতি বৃদ্ধি হেতু), লৌহদণ্ডকে পরিবেষ্টনকারী কয়েলের মধ্যে প্রবাহ অধিক হয়, সুতরাং ইহা লৌহদণ্ডটিকে অধিকতর জোরে আকর্ষণ করিয়া পারদ পাত্রসহ লৌহদণ্ডটিকে কিছু নামাইয়া লয়। তখন পারদ পাত্রে নিমগ্ন কতকগুলি বাধা কয়েলের প্রান্ত পারদে হইতে উত্থিত হয় ও তাহাদের বাধা সার্ট কয়েলে সিরিজে প্রযুক্ত হইয়া সার্ট কয়েলের প্রবাহকে হ্রাস করতঃ রাজ্যভেদকে প্রয়োজন মত ক্ষীণ করিয়া পুনরায় পূর্ব ভোলটেজ আনয়ন করে। আবার যদি ভোলটেজ হ্রাস পায়, তাহা হইলে লৌহদণ্ডকে পরিবেষ্টনকারী কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বেগ অল্প হয়। তখন লৌহদণ্ডের উপর আকর্ষণ বল অল্প হয়, সুতরাং লিভারের অপর প্রান্তের ভার দ্বারা পারদ পাত্রসহ লৌহ দণ্ডটি উর্দ্ধদিকে চালিত হয়। তখন পাত্রস্থ পারদে অধিক সংখ্যক বাধা-কয়েলের প্রান্ত নিমগ্ন হইয়া 'সার্ট সার্কিটেড' হয় ও অল্প সংখ্যক বাধা-কয়েল সিরিজে সার্ট কয়েলের সহিত সংযুক্ত হয়। অতএব সার্ট কয়েলের মধ্যে প্রবাহ বেগ বর্জিত হয় ও রাজ্যভেদকে প্রথর করিয়া ভোলটেজকে পরিবর্জিত করে।

## সপ্তদশ পরিচয় ।

### বৈদ্যুতিক গতিদ বা মোটর (Motor)

পূর্ব পরিচয়ে ডায়নামো বর্ণিত হইয়াছে । ইহাতে কোন অংশের গতির ( ঘূর্ণন ) দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয় । এখন ইহার বিপরীত বস্তু বর্ণিত হইবে, ইহাতে প্রবাহ দিলে ইহার কোন অংশ গতিবান ( ঘূর্ণন ) হয় । প্রবাহ পাইলে ইহা গতি দান করে বলিয়া ইহাকে গতিদ বা ‘মোটর’ বলে ।



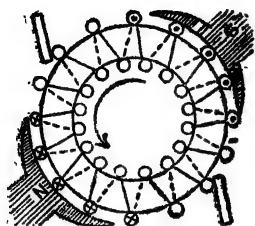
চিত্র—৩৫৬

ডায়নামোতে যান্ত্রিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়, আর মোটরে বৈদ্যুতিক শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হয় ।

যদি একটি উত্তেজিত রাজ্য বিশিষ্ট ডায়নামোর আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া যায়, তাহা হইলে আর্মেচার গতিবান হইবে এবং যতক্ষণ



প্রবাহ বহিবে উহা ঘুরিতে থাকিবে। কমিউটেটর থাকা হেতু N মেরুর অধীনস্থ আর্মেচারের অর্দ্ধাংশের সমস্ত তারগুলির মধ্য দিয়া একদিকে প্রবাহ



বহিবে এবং S মেরুর অধীনস্থ আর্মেচারের অপর অর্দ্ধাংশ দিয়া বিপরীত দিকে প্রবাহ বহিবে, সুতরাং আর্মেচার একই দিকে ঘুরিতে থাকিবে। আর্মেচারের ঘূর্ণনদিক খুব সহজে আম্পায়ারের “সত্তরণকারীর” নিয়ম বা ফ্লেমিং-এর ‘বামহস্ত’ নিয়ম হইতে পাওয়া যায়, যথা—

চিত্র—৩৫৭

৩৫৭ চিত্রে আর্মেচার (মোটরে) ঘড়ির কাঁটার

বিপরীত দিকে ( anticlockwise ) ঘুরিবে।

মোটর আর্মেচারের প্রণালী ঠিক ডায়নামো আর্মেচারের মত (ডায়নামো চিত্র ২৫০ দ্রষ্টব্য)। উভয় স্থলেই বাম দিকে N মেরু আছে এবং আর্মেচারের বাম অর্দ্ধাংশের প্রবাহ দর্শকের নিকট হইতে সম্মুখদিকে বহমান। ডায়নামোতে ঐ ভাবের প্রবাহ পাইবার নিমিত্ত আর্মেচারকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরাইতে হইয়াছে, কিন্তু ঐরূপ প্রবাহ প্রেরণ বা বহান হেতু মোটরের আর্মেচার তদ্বিপরীত অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরিবে।

**ব্যাক ই, এম, এফ, (Back E. M. F.):**—ডায়নামোতে প্রবাহের দিক নির্ণয়ের সময় দেখা গিয়াছে, আর্মেচারের প্রত্যেক তারে একরূপ দিকে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, উহা আর্মেচারকে বিপরীত দিকে ঘুরাইবার চেষ্টা করে, অর্থাৎ আর্মেচারে বাহির হইতে প্রদত্ত চালকবলের উপর, সম্ভাবিত প্রবাহ, আভ্যন্তরিক বাধা আনয়ন করে। মোটরেও ঠিক ঐ একই ফল দৃষ্ট হয়, তবে কিছু বিশেষ প্রভেদ আছে। আমরা জানি চুম্বকরাজ্যে ঘূর্ণায়মান প্লাত্যেক তারে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। বৈজ্ঞানিক মোটরের আর্মেচার খুব বলবান্ রাজ্যে ঘোরে। স্বভাবতঃই এই ঘূর্ণন প্রবাহ দ্বারা সম্পাদিত হউক, বা কোন বাহ্যিক

চালক বল দ্বারা সাধিত হটক তাহাতে কিছু আসে যায় না, ঘূর্ণন-কালে প্রত্যেক তারে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। এই ই, এম, এফ, এর দিক নির্ণয় করিতে হইলে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান আর্মেচার বিশিষ্ট ২৫০ চিত্রের প্রণালীর সহিত এই চিত্রের প্রণালী তুলনা করিলে  $\odot$  ও  $\times$  দ্বারা নির্দেশিত ই, এম, এফ, এর দিক হইতে দেখা যাইবে যে, তথায় নিম্নব্রাস + ও উর্দ্ধ ব্রাস—হইয়াছিল, কিন্তু এখানে, ( মোটরে ) আর্মেচার বিপরীত দিকে ঘুরিতেছে বলিয়া আর্মেচারের মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যাইবে। সুতরাং উর্দ্ধ ব্রাস + ও নিম্ন ব্রাস—হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে, আর্মেচারের ঘূর্ণন হেতু সম্ভাবিত ই, এম, এফ, আর্মেচারের মধ্য দিয়া, বাহির হইতে প্রেরিত প্রবাহের বিরুদ্ধে কার্য্য করে, ফলে যদি অণু কোন ই, এম, এফ, না থাকে, তাহা হইলে এই সম্ভাবিত ই, এম, এফ, হেতু আর্মেচারের মধ্য দিয়া, বাহির হইতে প্রেরিত প্রবাহের বিপরীত দিকে, বহমান প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। চলন্ত বৈদ্যুতিক মোটরের আর্মেচারের মধ্যে উৎপন্ন ই, এম, এফ,কে এইজন্ত বিপরীত বা ‘ব্যাক’ বা ‘কাউন্টার’ ই, এম, এফ, ( Back or Counter E. M. F. ) বলে। ইহার ফল এই যে, ‘ওমস-ল’ অমুখ্যায়ী আর্মেচারের টার্মিনাল ভোল্টেজ বা শেষভাগদ্বয়ের চাপ পার্থক্যকে আর্মেচারের বাধা দিয়া ভাগ করিলে হিসাব মত যে পরিমাণ প্রবাহ হয়, তাহা অপেক্ষা আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রকৃত বহমান প্রবাহকে অনেক কমাইয়া দেয়। যথা,—

যদি ১৫ ওম বাধা বিশিষ্ট একটি স্থির আর্মেচারকে হঠাৎ ১১০ ভোলটের সহিত সংযুক্ত করা যায়, তাহা হইলে “ওমস-ল” অমুখ্যায়ী আর্মেচারের মধ্যে  $\frac{1}{2} \times 110 = 55$  আমপেয়ার প্রবাহ হইবে এবং এই অত্যধিক প্রবাহ তৎক্ষণাৎ আর্মেচারকে নষ্ট করিয়া দিবে এবং ব্রাস ও মেন উভয়কেই গলাইয়া দিবে। যদি কেবলমাত্র আর্মেচারকে

একেবারে পূর্ণ ভোলটজের সহিত সংযুক্ত না করিয়া উহার সহিত একটি প্রায় ৫ ওম রেগুলেটিং বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া, ঐ বাধা সমেত ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে আর্ম্চেচারের মধ্য দিয়া মোটে ২০ আমপেয়ার প্রবাহ বহিবে। এখন আর্ম্চেচার ঘুরিতে আরম্ভ করিবে ও চুম্বকরাজ্যে ঘূর্ণন হেতু ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন করিবে এবং এই ব্যাক ই, এম, এফ, হেতু শীঘ্রই প্রবাহ কমিয়া যাইবে। এখন সিরিজে সংযুক্ত রেগুলেটিং বাধাকে ক্রমশঃ কমাইয়া সর্ট সার্কিট অর্থাৎ, আর্ম্চেচার হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দেওয়া যাইতে পারে; কারণ এই সিরিজ বাধাকে যত কমান হইবে আর্ম্চেচার তত দ্রুত ঘুরিবে, স্ততরাং ব্যাক ই, এম, এফ, তত বাড়িয়া যাইতে থাকিবে ও সিরিজ বাধা কমা হেতু আর্ম্চেচারের মধ্যে যে প্রবাহ পরিবর্তনের আশঙ্কা আছে তাহা আর হয় না। এইরূপে রেগুলেটিং বাধাকে ক্রমশঃ ‘সর্ট সার্কিট’ করিয়া দিলে আর্ম্চেচার পূর্ণগতি প্রাপ্ত হইবে। এখন দেখা যাউক এই পূর্ণ গতির পরিমাণ কত হইতে পারে।

মোটর এত দ্রুত চলিতে পারে না যে ইহার মধ্যে সম্ভাবিত ব্যাক ই, এম, এফ, ইহাতে প্রযুক্ত বাহ্যিক ই, এম, এফ, এর সহিত সমান হয়, কারণ তাহা হইলে আর্ম্চেচারের মধ্য দিয়া কোন প্রবাহ বহিবে না, স্ততরাং আর্ম্চেচারের ঘূর্ণন ক্ষমতা থাকিবে না। কিন্তু ‘বেয়ারিং’এর মধ্যে ঘর্ষণ, আর্ম্চেচারের জড়তা (Inertia) ও বায়ু প্রদত্ত বাধা প্রভৃতি অতিক্রম করিয়া আর্ম্চেচার সার্কটকে ঘুরাইতে, কিছু না কিছু (যদিও খুব অল্প হইতে পারে) ক্ষমতার প্রয়োজন হয়। অতএব আর্ম্চেচারের মধ্যে প্রবাহ পরিমাণ একেবারে শূন্য হইতে পারে না। যথা, ১০০ আমপেয়ারের জন্ত প্রস্তুত মোটরের জন্ত, কোন ভার না চাপাইলেও, ৩-৫ আমপেয়ার প্রবাহ লাগে। যদি বাহ্যিক বা প্রদত্ত ই, এম, এফ, হয় ১১০ ভোলট, তাহা হইলে বিনা ভারে ব্যাক ই, এম, এফ, ইহার কাছাকাছি যায় বটে, কিন্তু ঠিক এতটা হয় না। যথা, প্রায়

১০৯৮ ভোলট হয় অর্থাৎ ১১০ ভোলট হইতে ১ ভোলটের ২ দশমাংশ কম থাকে।

এখন যদি মোটরে ভার চাপান যায়—যেমন যদি ব্রেক কষা যায় বা বেলটিং দিয়া ইহার দ্বারা কোন সাফটকে চালান যায়, তাহা হইলে ভারহীন অবস্থায় আর্মেচারের মধ্য দিয়া বহমান সামান্য প্রবাহ এই ভার অতিক্রম করিতে পারে এরূপ ক্ষমতা দিতে অক্ষম হইবে। সুতরাং মোটরের গতি কিছু কমিয়া যাইবে, যথা—ধরা বাড়ক উহা মিনিটে ১০০০ পাক ঘূর্ণন হইতে মিনিটে ৯৯০ পাক ঘূর্ণনে পরিণত হইল। কিন্তু যেমনি মোটরের গতি কিছু কমিবে, সঙ্গে সঙ্গে উহার ব্যাক ই, এম, এফ, ও ঐ অল্পপাতে কমিবে। সুতরাং আভ্যন্তরিক ব্যাক ই, এম, এফ, হইতে বাহ্যিক বা প্রদত্ত ই, এম, এফ, এর পার্থক্য কিছু বাড়িয়া যাইবে, অতএব আর্মেচারের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ এরূপ পরিমাণে বাড়িতে পারে যে ভার অতিক্রম করিতে যেসকল আবর্তক ক্ষমতার প্রয়োজন হয় উহা সেরূপ দিতে পারক হয়। এস্থলে ব্যাক ই, এম, এফ, কমিয়া প্রায় ১০৯ ভোলট দাঁড়াইবে। যদি দ্বিগুণ ভার প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে মোটরের গতি আরও কমিয়া যাইবে, যে পর্যন্ত না ইহার ব্যাক ই, এম, এফ, প্রায় ১০৮ ভোলট হয়। তখন প্রযুক্ত ই, এম, এফ, এর সহিত ইহার পার্থক্য ২ ভোলট আর্মেচারের মধ্যে প্রায় দ্বিগুণ প্রবাহ উৎপন্ন করে ও তজ্জন্ত আর্মেচার দ্বিগুণ বাধা অতিক্রম করিতে পারক হয়। যদি ভার অপসারিত করা হয়, তাহা হইলে মোটর আবার দ্রুত ঘুরিতে আরম্ভ করিবে যতক্ষণ না ইহার ব্যাক ই, এম, এফ, ১১০ ভোলটের কাছাকাছি বা ১০৯৮ ভোলট হয়। অতএব দেখা যায় যে বৈদ্যুতিক মোটর নিজে নিজেই কাৰ্য্যানুযায়ী বৈদ্যুতিক ক্ষমতা গ্রহণ করে, অর্থাৎ ইহা স্বীয় শাসনাধীন ( Self Governed )। কিন্তু বাস্পীয় ইঞ্জিন কিম্বা

টারবাইন বা জলীয় ইঞ্জিনে কার্য্যাহুসারে বাষ্প বা জলের পরিমাণকে অল্পাধিক করিবার জন্য ‘গভর্নর’ (Governor) নামক একটি পৃথক অবলম্বনের প্রয়োজন হয়।

দ্রষ্টব্য :—আর্মেচারের বাধা যত অধিক হইবে, কোন নির্দিষ্ট কার্য্য সাধনার্থে আর্মেচারের মধ্যে প্রয়োজন মত প্রবাহ পাইতে হইলে টার্মিনাল ভোল্টেজ ও ব্যাক ই, এম, এফ, এর মধ্যে প্রভেদ ততই অধিক হওয়া আবশ্যক, সুতরাং মোটরের গতি ততই হ্রাস হওয়া উচিত।

**মোটর কতৃক সাধিত কার্য্যের পরিমাণ ও ইহার পার্শ্বকতা :**—যদি একটি সিরিজ মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ বা প্রযুক্ত ই, এম, এফ, হয়  $E$  এবং ব্যাক ই, এম, এফ, হয়  $e$ . তাহা হইলে  $E - e$  ভোল্ট এই চাপ পার্থক্য হেতু আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, সুতরাং যদি আর্মেচার কয়েলের বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে “ওমস্-ল” অনুযায়ী আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ  $C = \frac{E - e}{R}$ । কোন সময়ের মধ্যে মোটর কতৃক সাধিত কার্য্য পরিমাণ আর্মেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহকে ব্যাক ই, এম, এফ, ও সময়ের পরিমাণ দ্বারা একত্র গুণ করিলে পাওয়া যায়। সুতরাং সাধিত কার্য্য  $= e C t = \frac{e(E - e)}{R} t$  “জুল” (Joule) সিরিজ মোটরের পক্ষে।

সুতরাং যদি মোটরটিকে একরূপ ভাবে আটকাইয়া রাখা যায় যে উহা ঘুরিতে না পারে, তাহা হইলে প্রবাহ খুব অধিক হইবে বটে, কিন্তু  $e = 0$  বলিয়া সাধিত কার্য্য  $= 0$  হইবে। আবার মোটরকে যদি একরূপ বেগে ঘুরিতে দেওয়া যায় যে  $e = E$  হয়, তাহা হইলে প্রবাহ  $C = 0$  হইবে এবং কোন কার্য্য সাধিত হইবে না। বস্তুতঃ মোটরকে, এমন কি কোন ভার প্রযুক্ত না করিলেও, সর্বদা ঘর্ষণাদি বাধা অতিক্রমার্থে, কিছু কার্য্য করিতে হয়ই, সুতরাং  $e$  কদাপি  $E$  এর সহিত

সমান হইতে পারে না। মোটরকে যতই ভারযুক্ত করা হইবে, উহার মধ্যে ততই অধিক প্রবাহ হইবে এবং যেহেতু প্রযুক্ত ক্ষমতা =  $E C$  ওয়াট ও কার্য্যে পরিণত ক্ষমতা =  $e C$  ওয়াট (সিরিজ মোটরে) অতএব বৈদ্যুতিক পারকতা =  $\frac{eC}{EC} = \frac{e}{E}$ । অতএব বৈদ্যুতিক পারকতা = ১০০% বা ১, যখন মোটর ছুটিয়া যায় (run away), অর্থাৎ এত দ্রুত ঘোরে যে  $e = E$  প্রায়, এবং তখন মোটর অতিঅল্প কার্য্য করিতেছে এবং তাহা সর্বাপেক্ষা অধিক পারকতার সহিত করিতেছে।

দেখা যাউক কখন মোটর সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে বা হারে কার্য্য করে। মোটরের সাধিত কার্য্য =  $e \frac{(E-e)}{R} t$ । ইহাতে কেবলমাত্র  $e$  পরিবর্তনশীল। সূত্রাং সাধিত কার্য্যের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হইবে—

যদি  $e (E-e)$  গরিষ্ঠ হয়,

বা  $\frac{1}{4} E^2 - e (E-e)$  লঘিষ্ঠ হয়,

“  $(\frac{1}{2} E - e)^2$  “ “

কিন্তু বর্গসংখ্যার লঘিষ্ঠ পরিমাণ = ০,

সুতরাং যদি  $\frac{1}{2} E - e = ০$  হয়,

বা  $e = \frac{1}{2} E$  হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে, মোটর যখন সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে কার্য্য করিতে থাকে, তখন উহার পারকতা =  $\frac{1}{2}$  বা ৫০%।

সহজে বুঝাইবার জন্য উপরে সিরিজ মোটরের আলোচনা হইয়াছে, কিন্তু ঐ একই প্রকার যুক্তি অগ্রাগ্র প্রকার যন্ত্রের পক্ষেও চলিবে, স্মরণ রাখিতে হইবে যে সার্ভ এবং কম্পাউণ্ড মোটরে  $C$  কেবলমাত্র আর্শ্বেচার প্রবাহকে বুঝায়, বাহির হইতে মোট প্রদত্ত প্রবাহ নহে। যদি টার্মিনালের মধ্যে, অর্থাৎ বাহির হইতে প্রদত্ত, ভোল্টেজ হয়  $E$  এবং সার্ভ কয়েলের বাধা হয়  $R_s$ , তাহা হইলে সার্ভ কয়েলের

মধ্যে বহমান প্রবাহ  $= \frac{E}{R_s}$  এবং যদি বাহির হইতে মোট প্রযুক্ত প্রবাহ হয়  $C$ , তাহা হইলে আর্শেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহ  $= C - \frac{E}{R_s}$ । অতএব সাধিত কার্য  $= e (C - \frac{E}{R_s}) t$  জুল।

ডায়নামোর গ্রাফ মোটরেও ঘর্ষণ, হিষ্টেরেসিস, এডিকারেন্ট ও তাপোৎপত্তি হেতু শক্তির অনিবার্য্যন্য অপব্যয় ঘটে। এই সম্পর্কে ডায়নামোর মত ইহারও এই সূত্রত্রয় পাওয়া যায়—

$$\begin{aligned} \text{বৈদ্যুতিক পারকতা} &= \frac{\text{গতি উৎপাদনার্থে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}} \\ \text{সংদাগরি পারকতা} &= \frac{\text{প্রাপ্ত কার্য পরিমাণ (ব্রেক হইতে পরিমিত)}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} \\ \text{বাস্তবিক পারকতা} &= \frac{\text{প্রাপ্ত কার্য পরিমাণ (ব্রেক হইতে পরিমিত)}}{\text{গতি উৎপাদনার্থে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}} \end{aligned}$$

সুতরাং যদি  $E =$  প্রযুক্ত ভোল্টেজ,

$e =$  ব্যাক ই, এম, এফ,

$C =$  মোটরে প্রযুক্ত প্রবাহ,

$W =$  ঘর্ষনাদি হেতু অপব্যয়িত ক্ষমতা,

$C_a =$  আর্শেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহ,

$C_s =$  সান্ট কয়েলের প্রবাহ হয়,

তাহা হইলে নিম্নলিখিত তালিকাটি পাওয়া যায়—

বস্তু	বৈদ্যুতিক পারকতা	সংদাগরি পারকতা
মিরিজ	$\frac{e}{E}$	$\frac{eC - W}{EC}$
সান্ট	$\frac{eC_a}{E(C_a + C_s)}$	$\frac{eC_a - W}{E(C_a + C_s)}$

১. **রকমারী মোটর** ১-ডায়নামোর ত্রায় মোটরও তিন প্রকারে হইতে পারে বটে, ১। সিরিজ ২। সান্ট ও ৩। কম্পাউণ্ড মোটর, কিন্তু কম্পাউণ্ড মোটরের বিশেষ প্রচলন দৃষ্ট হয় না, সেইজন্য প্রয়োজন অনুসারে দুই প্রকারের মোটর হয়—সিরিজ ও সান্ট।

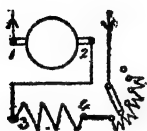
**সিরিজ মোটর** :—সিরিজ ডায়নামোর মত ইহাতে মোটর তারের অল্প সংখ্যক পাকবিশিষ্ট রাজ্যকয়েল আর্মেরচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে, সুতরাং লাইনের সহিত যোগ করিলে আর্মেরচারের মধ্যে যে প্রবাহ বহমান হয় তদ্বারাই রাজ্যকয়েল উত্তেজিত হয়। ৩৫৮ চিত্রে ইহার সংযোগ প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। অতএব আর্মেরচারের প্রবাহ যত অধিক হইবে, ইহার রাজ্য তত প্রবল হইবে। সুতরাং কোন নির্দিষ্ট ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত থাকিলে, তার যদি অধিক হয়, তাহা হইলে আর্মেরচারে প্রবাহ অধিক হইবে, চিত্র—৩৫৮



অতএব রাজ্যও তীব্রভাবে উত্তেজিত হইবে এবং এই তাল রাজ্যে অল্প গতি দ্বারাই আর্মেরচারের মধ্যে প্রবল ভোল্টেজের অনুযায়ী ব্যাক হ, এম, এফ, সৃষ্ট হইবে। কিন্তু যদি মোটরে ভার অল্প হয়, তাহা হইলে আর্মেরচারের প্রবাহ অল্প হইবে, অতএব রাজ্যও ক্ষীণ হইবে, সুতরাং এই ক্ষীণ রাজ্যে প্রদত্ত ভোল্টেজের অনুযায়ী ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপাদনের নিমিত্ত ইহাকে অত্যন্ত দ্রুতগতিতে ঘুরিতে হইবে। এই নিমিত্ত অল্প বা বিনাভারে সিরিজ মোটর চালান হয় না, তাহাতে উহা “ছুটিয়া” (run away) যাইবে। চিত্রে দৃষ্ট হইবে যে মোটরটি সর্বদা কোন এক নির্দিষ্ট (অপরিবর্তিত) ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত। কিন্তু যদি উহাকে বিভিন্ন ভারে একতাব গতিতে চালিত করিতে হয় তাহা হইলে কম ভারের সময় আর্মেরচারের প্রবাহকে কম রাখিতে হইবে, সুতরাং মোটরটি কম ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত হওয়া উচিত এবং অধিক ভারের সময়



আর্থেচারের প্রবাহ অধিক হওয়া প্রয়োজন বলিয়া তখন মোটরটি অধিক ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত হওয়া উচিত। অতএব দেখা যাইতেছে যে বিভিন্ন ভারে একভাব গতিতে চালিত করিতে হইলে, মোটরে প্রযুক্ত ভোল্টেজকে হ্রাস বৃদ্ধি করিতে হয়। প্রযুক্ত ভোল্টেজের এই হ্রাস বৃদ্ধি সাধনের জন্য আর্থেচারের সহিত, রাজ্যকয়েল ছাড়া, একটি বাধাপ্রদ কয়েল



সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৩৫২। এই বাধাপ্রদ কয়েলটির বাধা পরিবর্তনীয়, সুতরাং ইহা হইতে যদি অধিক পরিমাণ বাধা মোটরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে এই বাধাতে

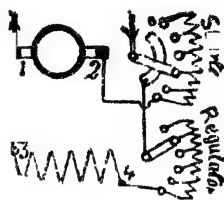
চিত্র—৩৫২

অধিক ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইবে। আর মোটরে অধিক

ভোল্টেজ প্রয়োজন হইলে, এই বাধার পরিমাণ কমাইয়া দিলেই হইবে। এবং এই বাধাকে হ্রাস করিতে করিতে একেবারে বাদ দিলে মোটর ‘সাপ্রাই লাইনের’ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হইবে। এই বাধাকে এইজন্ত সিরিজ রেগুলেটর (Series Regulator) বলে এবং ইহার দ্বারাই মোটর লাইনের সহিত সংযুক্ত বা উহা হইতে বিযুক্ত হয় বলিয়া ইহাকে সিরিজ স্টার্টার (Starter) বলা চলে।

**সান্ট মোটর :**—সান্ট ডায়নামোর মত সান্ট মোটরের রাজ্যকয়েল আর্থেচারের সহিত সান্ট বা প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত থাকে। ইহাতে লাইনের প্রবাহ বিভক্ত হইয়া, কিছু রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া ও বাকী আর্থেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। সুতরাং রাজ্যকয়েল সর্বদা একই প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত হয় বলিয়া, রাজ্যতেজ সর্বদা সমান থাকে অর্থাৎ ইহা পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রের স্থায় কার্য্য করে। পূর্বেই দেখা গিয়াছে একভাব রাজ্যতেজ বিশিষ্ট অর্থাৎ সান্টমোটরে ভারবৃদ্ধি ঘটিলে আর্থেচারের বর্ণনগতি কিছু হ্রাস হয়। এই হ্রাস অতি অল্প, যন্ত্র অনুযায়ী ১%—৫%। সুতরাং সান্টমোটরের গতি সর্ব্বভারে প্রায় একভাব থাকে।

এখন দেখা যাউক সার্টমোটরকে কিরূপভাবে চালিত করিতে হয়। সার্ট ডায়নামোর মত ইহার রাজ্যকয়েলকে প্রথমেই সম্পূর্ণ উত্তেজিত করিতে হইবে, সুতরাং রাজ্যকয়েল লাইনের সহিত প্রথমেই সংযুক্ত হওয়া প্রয়োজন। আবার আর্শ্বেচারের সহিত একটি পরিবর্তনীয় বাধা সিরিজে সংযুক্ত থাকা উচিত, বাহাতে গোড়ার মুখে আর্শ্বেচারের স্থির বা অল্প গতি অবস্থায় উহার মধ্য দিয়া অত্যধিক প্রবাহ না হয়। সুতরাং সার্টমোটরকে ৩৬০ চিত্রে দর্শিত রূপে একটি ষ্টার্টারের সহিত সংযুক্ত করা উচিত। ইহাতে ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত ও ঐ হ্যাণ্ডেলকে ক্রমশঃ ঘুরাইয়া নিম্নে আনিবামাত্র রাজ্যকয়েল বৃত্তাকার স্লিপ



চিত্র-৩৬০

বিংএর দ্বারা লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় ও আর্শ্বেচার, ষ্টার্টার বাধার মধ্য দিয়া, লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় এবং হ্যাণ্ডেলকে যতই নিম্ন দিকে লওয়া যাইবে, আর্শ্বেচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত ষ্টার্টারের বাধার পরিমাণ ততই কমিয়া যাইতে থাকিবে এবং নিম্ন প্রান্তে সমস্ত বাধাই আর্শ্বেচার হইতে বিযুক্ত হইয়া যায়, রাজ্য কয়েল কিন্তু রেগুলেটোরের মধ্য দিয়া লাইনের সহিত সংযুক্ত থাকে।

**সার্টমোটরের গতির হ্রাসবৃদ্ধিঃ**—মোটর এত দ্রুত ঘুরিবার চেষ্টা করে যেন উহার ব্যাক ই, এম, এফ, প্রদত্ত ভোল্টেজের প্রায় সমান হয়। অতএব মোটরের গতি প্রদত্ত ভোল্টেজ ও রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে। প্রদত্ত ভোল্টেজ কম বা রাজ্য প্রখর হইলে মোটর ধীরে চলিবে, আর প্রদত্ত ভোল্টেজ অধিক বা রাজ্য ক্ষীণ হইলে মোটর দ্রুত চলিবে। সুতরাং মোটরের গতি কম করিতে হইলে, যেহেতু রাজ্যকে সীমার অতিরিক্ত উত্তেজিত করিতে পারা যায় ন', প্রদত্ত ভোল্টেজকে কমাইতে হয়, তজ্জন্য আর্শ্বেচারের

সহিত স্থায়ীভাবে একটি বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিয়া রাখা হয়, যাহাতে প্রদত্ত ভোল্টেজের কিছু পরিমাণ ঐ বাধায় পতিত হয় ও স্তবরাং আশ্মেচার বা টার্মিনালদ্বয়ের ভোল্টেজ কম হয়।

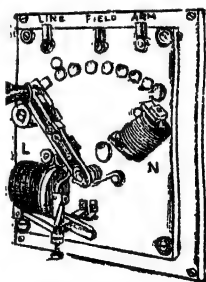
যথা—আশ্মেচারে ২২০ ভোল্ট প্রযুক্ত হইলে, যদি উহা মিনিটে ৫০০০ বার করিয়া ঘুরিতে থাকে, তাহা হইলে আশ্মেচারের সহিত সিরিজে ১ ওম বাধা যুক্ত হইলে ভার অনুযায়ী উহার গতি কমিয়া যাইবে—যেমন, কোন ভারে যদি আশ্মেচারের মধ্যে প্রবাহ হয় ১১ আম্প, তাহা হইলে দেখা যায় যে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজের পরিমাণ =  $১ \times ১১ = ১১$  ভোল্ট. স্তবরাং আশ্মেচারে প্রদত্ত হইতেছে ২২০—১১ = ২০৯ ভোল্ট, বা প্রদত্ত ভোল্টেজের  $\frac{২০৯}{২২০}$  অংশ কমিয়া যাইবে, বা উহা মিনিটে প্রায় ৪৭৫০ পাক ঘুরিবে। যদি কোন ভারে আশ্মেচারে প্রবাহ হয় ২২ আম্প, তাহা হইলে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজ =  $১ \times ২২ = ২২$  ভোল্ট, স্তবরাং আশ্মেচারে প্রযুক্ত ভোল্টেজ = ২২০—২২ = ১৯৮ ভোল্ট বা প্রযুক্ত ভোল্টেজের  $\frac{১৯৮}{২২০}$  অংশ কমিয়া যাইতেছে, স্তবরাং গতিও  $\frac{১৯৮}{২২০}$  অংশ কমিয়া যাইবে বা উহা মিনিটে প্রায় ৪৫০০ বার ঘুরিবে। ঠিক সেইরূপ যদি কোন অধিক ভারে প্রবাহ হয় ১১০ আম্প এবং আশ্মেচার উহা বহনক্ষম হয়, তাহা হইলে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজ = ১১০ ভোল্ট বা প্রদত্ত ভোল্টেজের অর্ধেক, স্তবরাং ঘূর্ণনগতি অর্ধেক হইয়া মিনিটে প্রায় ২৫০০ বার হইবে। আর মোটরের গতি পরিবর্তিত করিতে হইলে, যেহেতু লাইনের ভোল্টেজকে পরিবর্তিত করিতে পারা যায় না, রাজ্যের উত্তেজনাকে ব্রাস করিতে হয়, সেইজন্য ডায়নামোর মত, ৩৬০ চিহ্নে দর্শিত ভাবে, সাণ্ট রাজ্যকয়েলের সহিত একটি পরিবর্তনীয় বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়। এই পরিবর্তনীয় বাধাকে ব্রাস বৃদ্ধি করিয়া রাজ্যকে প্রথর বা ক্ষীণ করা যাইতে পারে।

পূর্ব সতর্ক হওয়া প্রয়োজন যেন লাইনের সহিত আশ্মেচারকে সংযুক্ত রাখিয়া কদাপি সাণ্ট বা রাজ্য কয়েলকে বিযুক্ত করা না হয়। কারণ এরূপ স্থলে কেবলমাত্র যৎসামান্য অবশিষ্ট চুম্বকত্ব থাকা হেতু রাজ্য অত্যন্ত ক্ষীণ হয়, স্তবরাং দুইটি ব্যাপার ঘটতে পারে, (১) মোটর ভয়ঙ্কর গতিবান্ হইতে পারে, তাহাতে বেন্টিংএর পুলি, কমিউটেটর ও আশ্মেচারের কয়েল প্রভৃতি টুকরা টুকরা হইয়া যাইতে পারে, বা (২) যদি অত্যধিক ভার থাকা হেতু ছুটিয়া যাইতে সক্ষম না হয়, তাহা হইলে সামান্য পরিমাণে ব্যাক ই, এম, এফ, প্রস্তুত হইবে, স্তবরাং আশ্মেচারের মধ্যে এত অধিক প্রবাহ হইবে যে তাহা

হইতে উৎপন্ন উত্তাপে উহা নষ্ট হইয়া যাইবে, ব্রাস গলিয়া যাইবে, এবং, আরও শ্রেয়স্কর, ফিউজ গলিয়া যাইবে। এই প্রকার দুর্ঘটনা বাহাতে :না ঘটে সেইজন্য সার্ভ রেগুলেটর এরূপভাবে প্রস্তুত যে সার্ভ পথের বিরোধ অসম্ভব, অর্থাৎ ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলের সাহায্যে আর্মেচারের সঙ্গে সঙ্গে সার্ভরাজ্যকয়েল লাইন হইতে বিযুক্ত হয়, নচেৎ নহে।

ষ্টার্টার ( Starter ), রেগুলেটর ( Regulator ), নো ভোল্ট কাট আউট ( No volt cut out ) ও ওভার লোড রিলীজ (Over load Release):—৩৬১ চিত্রে একটি সার্ভ মোটরের ষ্টার্টার দর্শিত হইল।

ষ্টার্টার :—উপরে দৃষ্ট হইল যে চলনকালে মোটরের আর্মেচারকে প্রথমেই লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত করা চলে না, সেইজন্য আর্মেচারের সহিত একটি বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত রাখিতে হয় এবং মোটর চলিতে থাকিলে ক্রমশঃ ঐ বাধাকে স্ট-সার্কিট বা আর্মেচার হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দিতে হয়। এই কার্য যে উপায় দ্বারা সাধিত হয়, তাহাকে ষ্টার্টার বলে। ষ্টার্টারে একটি হ্যাণ্ডেল থাকে, ইহা লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় এবং ইহাকে ঘুরাইলে উহা কতকগুলি সারিসারিভাবে সজ্জিত তাম্র খণ্ডকে স্পর্শ করিয়া যাইতে থাকে। যখন উহা প্রথম তাম্র খণ্ডকে স্পর্শ করে তখন ঐ বাধার

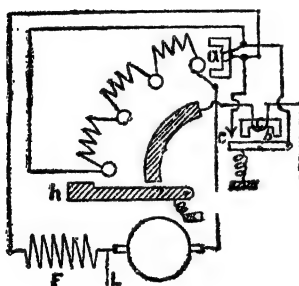


চিত্র—৩৬১

মধ্য দিয়া আর্মেচারে প্রবাহ বহে, অতএব সমস্ত বাধাটি আর্মেচারের সহিত সংযুক্ত হয়। অতঃপর যেমন হ্যাণ্ডেলটিকে ঘুরাইয়া পর পর খাতু খণ্ড সকলকে স্পর্শ করান হয়, ঐ বাধার কিয়দংশ করিয়া বিচ্ছেদ হইয়া যাইতে থাকে, এবং একেবারে শেষ সীমায় উপস্থিত হইলে

সমস্ত বাধাটি বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব ষ্টার্টারে হ্যাণ্ডেলটিকে এক সীমা হইতে অপর সীমা পর্য্যন্ত চালাইতে হয়।

**রেগুলেটোর :**—কিন্তু রাজ্য কয়েল প্রভৃতির উত্তেজনা হ্রাসবৃদ্ধির জগ্গ উহাদের সহিত যে সিরিজে সংযুক্ত পরিবর্তনীয় বাধা থাকে তাহার কিয়দংশ ব্যবহার করিতে হয় বলিয়া, উহার যে পরিমাণ বাধা ব্যবহার্য্য সেইস্থানে ঐ রেগুলেটোরের হ্যাণ্ডেলকে স্থাপিত করিতে



চিত্র—৩৬২

হয়। অতএব রেগুলেটোরের হ্যাণ্ডেলকে ষ্টার্টারের হ্যাণ্ডেলের মত এক সীমা হইতে আরম্ভ করিয়া অপর সীমা পর্য্যন্ত চালান হয় না। প্রয়োজন মত কোন এক নির্দিষ্ট স্থানে রাখিতে হয়।

**নো ভোল্ট রিলীজ :—**

পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে, আর্মেচারে প্রথম মুখেই লাইনের পূর্ণ

ভোল্টেজ প্রযুক্ত হয় না, কারণ তাহাতে এত অধিক প্রবাহ উৎপন্ন হইবে যে, তদ্রূপ গরম হইয়া ইনসুলেশান প্রভৃতি নষ্ট হইয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত ষ্টার্টার ব্যবহার হয়। এখন যদি মোটরের চলন কালে হঠাৎ লাইন ভোল্টেজ বিহীন হয় অর্থাৎ লাইনের প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়, তাহা হইলে মোটরও থামিয়া যাইবে এবং বলা বাহুল্য যে ষ্টার্টারের বাধাটি আর্মেচার হইতে বিচ্ছিন্ন আছে। এখন যদি হঠাৎ ভোল্টেজ বিশিষ্ট হয় অর্থাৎ লাইনে প্রবাহ আইসে, তাহা হইলে ষ্টার্টারের বাধাটি বিযুক্ত আছে বলিয়া লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ স্থির আর্মেচারে প্রযুক্ত হইবে, সুতরাং তাপোৎপত্তি হেতু আর্মেচার নষ্ট হইয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত এই ষ্টার্টারের মধ্যে একরূপ একটি ব্যবস্থা

থাকে যদ্বারা লাইন ভোল্টেজ হীন হইলে, উহার সহিত আশ্মেচারের সংযোজন আপনা হইতেই বিচ্ছিন্ন হয়—তাহাকে ‘নো ভোল্ট রিলীজ’ বলে। ৩৬১ চিত্রে রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত দক্ষিণদিকের বৈদ্যুতিক চুম্বকটি নো ভোল্ট রিলীজের কার্য্য করে, ৩৬২ চিত্র দেখিলে ইহার কার্য্য প্রণালী বুঝা যাইবে। ইহাতে  $\Delta$  বৈদ্যুতিক চুম্বকটি রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত এবং ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলটি একটি স্প্রিংএর সহিত আবদ্ধ। ঐ স্প্রিংটি উহাকে সর্বদাই টানিয়া বৈদ্যুতিক পথের বাহিরস্থ একটি তাম্র খণ্ডের উপর আনিবার চেষ্টা করে। হ্যাণ্ডেলটিকে তথা হইতে ঘুরাইয়া শেষ সীমাতে অর্থাৎ  $\Delta$ এর নিকট লইয়া যাইলে, রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত  $\Delta$  বৈদ্যুতিক চুম্বক দ্বারা উহা ঐখানে ধৃত থাকে। পরে যদি লাইন কখনও ভোল্টেজ বিহীন হয়, তাহা হইলে  $\Delta$ এর চুম্বকত্ব নাশ হয় বলিয়া, উহা হ্যাণ্ডেলকে আর ধরিয়া রাখিতে পারে না, হ্যাণ্ডেলটি স্প্রিংদ্বারা পুনরায় (পূর্বে যে স্থানে ছিল) সেই তাম্র খণ্ডের উপর আনীত হয়, সুতরাং লাইন হইতে আশ্মেচার বিচ্ছিন্ন হয়। পরে লাইনে প্রবাহ আসিলে মোটরকে পূর্বের ত্রায় পুনরায় ঐ ষ্টার্টারের সাহায্যে চালাইয়া লইতে হয়।

**ওভারলোড রিলীজ :-** পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে মোটরে যতই অধিক ভার প্রদত্ত হউক না কেন, উহা কখনও তাহাকে অতিক্রম করিতে অক্ষম হয় না। ভার অধিক হইতে থাকিলে উহার বেগ বা গতি কমিয়া যায় ও সেইজন্য উহার ব্যাক ই, এম, এফ, কম হয় বলিয়া লাইনের কার্য্যকরী ই, এম, এফ, অধিক হয়। তজ্জন্ত আশ্মেচারের মধ্যে প্রবাহবেগ অধিক হয়, সুতরাং আশ্মেচারের ‘মোচড়’ বা ‘টর্ক’ অধিক হয় ও উহা গুরু ভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়। অতএব ভার বত অধিক হইতে থাকে, আশ্মেচার ও লাইনের মধ্যে প্রবাহ ততই অধিক হইতে থাকে। কিন্তু এই প্রবাহ, আশ্মেচার অস্থায়ী, কোন

নির্দিষ্ট পরিমাণের অধিক হইলে, প্রবাহোৎপন্ন তাপ দ্বারা আশ্বেচ্যার প্রভৃতি নষ্ট হইয়া যাইবে। সেইজন্য ষ্টার্টারে এইরূপ একটি ব্যবস্থা থাকা উচিত যদ্বারা প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ অপেক্ষা অধিক হইবার সময় মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত হয়—ইহাকে ‘ওভার লোড রিলীজ’ বলে। ৩৬১ চিত্রে বামদিকস্থ নিম্ন বৈদ্যুতিক চুম্বক এই রিলীজের কার্য করে। ৩৬২ চিত্রে ইহার কার্য পদ্ধতি বর্ণিত পারা যাইবে। ইহাতে B বৈদ্যুতিক চুম্বকটি ওভার লোড রিলীজ। এই B চুম্বকটি আশ্বেচ্যার প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত। সুতরাং আশ্বেচ্যারে প্রবাহ বাড়িতে থাকিলে উহার চুম্বকত্বের তেজও অধিক হইতে থাকে এবং প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণের হইলে, ইহার তেজ এত প্রবল হয়, যে স্প্রিংএর টান অতিক্রম করিয়া একটি লৌহদণ্ডকে (ইহার আশ্বেচ্যার) আকর্ষণ করিয়া লয়। তখন এই আকর্ষিত লৌহদণ্ডটি একটি তাম্রখণ্ডকে (C) স্পর্শ করিয়া নো ভোল্ট রিলীজ বৈদ্যুতিক চুম্বকটিকে রাজ্যাকয়েল হইতে সর্ট সার্কিট বা বিচ্ছেদ করিয়া দেয় ও তখন নো ভোল্ট রিলীজের বৈদ্যুতিক চুম্বকটি আর উত্তেজিত থাকে না বলিয়া, ষ্টার্টারের ছাণ্ডেলটি স্প্রিং দ্বারা পুনরায়, ষ্টার্টিং বাধার বাহিরে আনীত হয় ও মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। নো ভোল্ট রিলীজ, ওভার লোড রিলীজ ও ষ্টার্টিং বাধা একত্রে একটি বোর্ডের উপর থাকে, তাহাকে চলিত ভাষায় ষ্টার্টার বলে। এরূপ একটি ষ্টার্টার ৩৬১ চিত্রে দর্শিত হইল। মোটরের গতি নিয়ন্ত্রিত করিবার জন্ত সার্টরাজ্যাকয়েলের সহিত সিরিজ সংযুক্ত একটি পরিবর্তনীয় বাধা বা রিঅষ্ট্যাট (Rheostat) ব্যবহার করিতে হয়।

সিরিজ মোটরের ষ্টার্টারে কেবলমাত্র ষ্টার্টিং বাধা বা রিঅষ্ট্যাট থাকে। উহা মোটরের সহিত সিরিজ সংযুক্ত হয় এবং মোটর চলিতে আরম্ভ করিলে উহাকে ক্রমশঃ সর্ট সার্কিট করিয়া দিতে হয়।

## অষ্টাদশ পরিচয়

**সিরিজ ও সান্ট মোটরের তুলনা:**—সিরিজ মোটরে ভারবৃদ্ধির সহিত আর্শেচার প্রবাহ ও তৎসহ রাজ্যতেজ বাড়িতে থাকে বলিয়া ইহাতে “স্টার্টিং টর্ক” (Starting Torque) বা চলিবার মুখে আর্শেচারের মোচড়, অর্থাৎ যে জোরে আর্শেচার ঘুরিবার চেষ্টা করে, তাহা খুব অধিক হয়। সেইজন্ত ইহা যে কোনরূপ অতিভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়। এইজন্ত ইহা ভারোত্তলনকারী বৈদ্যাতিক ক্রেন, বৈদ্যাতিক ট্রাম, মোটরগাড়ি, রেলগাড়ি ও বৈদ্যাতিক পাখাতে ব্যবহার করা হয়। অবশ্য ভার অধিক হইলে মোটরের গতি অল্প হয় ও ভার অল্প হইলে মোটরের গতি দ্রুত হয়—যথা, ক্রেনে অল্পভার অধিক ভার অপেক্ষা শীঘ্র উঠে, চালু জায়গায় উঠিবার সময় ভার অধিক হয় বলিয়া ট্রাম ও গাড়ির গতি হ্রাস পায়।

সিরিজ মোটরকে কিন্তু, যেখানে ভার একেবারে অপসারিত হইতে পারে, এরূপ স্থলে ব্যবহার করা হয় না, কারণ ভারহীন হইলেই উহা ভয়ঙ্কর গতিবান্ হইবে। এবং এই নিমিত্তই সিরিজ মোটর যন্ত্রাদির সহিত বেল্টিং দ্বারা সংবদ্ধ হয় না। কারণ যদি কোনরূপে ভয়ঙ্কর গতিবান্ হয় তাহা হইলে বেল্টিং ছিড়িয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত পাম্প প্রভৃতি চালাইবার নিমিত্ত সিরিজ মোটর যন্ত্রাদির সহিত “পিনিয়ান” (Pinion) বা দন্তচক্র দ্বারা সংবদ্ধ হয়, যাহাতে দন্তগুলির মধ্যে ঘর্ষণ হেতু মোটর সর্বদা কিছু না কিছু ভার প্রাপ্ত হয়।

সান্ট মোটরে ভার পরিবর্তনের সময় আর্শেচরে প্রবাহ পরিবর্তিত হইতে থাকে বটে, কিন্তু রাজ্যতেজ পরিবর্তিত হয় না। এই নিমিত্ত ভারহীন হইলেও উহা ভয়ঙ্কর গতিবান্ হইবার আশঙ্কা থাকে না



বলিয়া, যে সকল স্থানে ভার একবারে অপসারিত হইতে পারে, যথা—  
‘মেশিন শপ’ (Machine shop) প্রভৃতিতে, সান্ট মোটর ব্যবহার হয়।

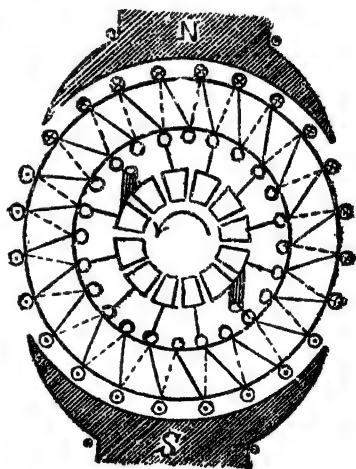
সান্ট মোটর অপেক্ষা সিরিজ মোটরের সুবিধা এই যে, সিরিজ মোটরে ষ্টার্টার হইতে মোটরে একটি লাইন বা তার প্রয়োজন হয় এবং মোটর হইতে প্রবাহ ফিরিবার জন্য আর একটি ফিরিবার তার (Return wire), এই সর্বসমেত মোট দুইটি মেন বা তার প্রয়োজন হয়, কিন্তু সান্ট মোটরে ষ্টার্টার হইতে মোটরে দুইটি তার ও প্রবাহ ফিরিবার জন্য মোটর হইতে একটি তার, এই তিনটি মেন বা তার মোটর হইতে প্রয়োজন হয়। এই নিমিত্ত যদি ষ্টার্টার হইতে মোটরের দূরত্ব অধিক হয়, যথা—কোন উচ্চ ঘরের ছাদ হইতে মোটর সমেত পাখা বুলে আর উহার ‘সংযম যন্ত্র’ (controller) দেওয়ালের কোন নিম্ন স্থানে থাকে, তাহা হইলে সিরিজ মোটর ব্যবহারে অনেকটা তার সাশ্রয় হইবে।

**মোটর আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া :**—ডায়নামোর মত মোটরেও আর্মেচারের ঐ প্রকার প্রতিক্রিয়া হয় ও তজ্জন্ম রাজ্যতেজ হ্রাস হয়, সুতরাং মোটরের গতি বৃদ্ধি ঘটে। আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ যত অধিক হয়, প্রতিক্রিয়াও তত অধিক হয়, সুতরাং মোটরের গতিও তত বাড়িয়া যায়। এই জন্ম ভার বাড়িলে আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ অধিক বলিয়া আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া হেতু গতি বাড়িয়া যায়, কিন্তু এই পরিবর্দ্ধিত গতি দৃষ্টি গোচর হয় না, কারণ আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ যত অধিক হয় উহার মধ্যে পতিত ভোল্টেজের পরিমাণ তত অধিক হয়, সুতরাং এই ভোল্টেজ পতন হেতু উহার গতিও কমিয়া যায়। এই গতি হ্রাস প্রতিক্রিয়া হেতু গতি বৃদ্ধি অপেক্ষা সচরাচর অধিক হয় বলিয়া, সাধারণতঃ গতি হ্রাসই দৃষ্ট হয়। তবে এই বৃদ্ধিতে পারা যাইতেছে যে, ভোল্টেজ পতন হেতু গতি যতটা হ্রাস হওয়া উচিত ততটা হয় না, প্রতিক্রিয়া হেতু গতি পরিবর্দ্ধিত হয় বলিয়া, হ্রাসের পরিমাণ কিছু কমিয়া যায়। তবে যদি খুব অধিক

প্রতিক্রিয়া বিশিষ্ট আর্মেচার হয়, তাহা হইলে তার বুদ্ধির সহিত গতি বৃদ্ধি নষ্ট হইবে। কিন্তু অধিকাংশ স্থলে ভোল্টেজ পতনের ফল প্রতিক্রিয়ার বিরূপ ফল দ্বারা সংশোধিত করা হয় এবং তজ্জন্ত মোটরের গতি প্রায় এক ভাব থাকে। সিরিজ মোটরে প্রতিক্রিয়ার ফল বিশেষ পরিলক্ষিত হইবে না, কারণ তারবুদ্ধির সহিত রাজ্যতেজ বাড়িতে থাকে।

**অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদের নিমিত্ত ব্রাসের পশ্চাত্ত্বন:**—যে সকল মোটরে বিভিন্ন ভাবে ব্রাসে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়, তাহাদের অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ বা হ্রাস করিবার জন্ত তার পরিবর্তনের সহিত কমিউটেটোরের উপর ব্রাসকে আর্মেচারের গতির বিপরীত দিকে সরাইয়া দিতে হয়, অর্থাৎ ব্রাসকে পিছাইয়া দিতে হয় ( ডায়নামোতে কিন্তু আর্মেচারের গতির দিকে আগাইয়া দিতে হয় )। ব্রাসকে পিছাইবার কারণ

এই যে ব্রাস পার হইবার সময়প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যায় বলিয়া ব্রাসকে এক্রপস্থলে বসাইতে হইবে যেন তথায় স্ট সাকিটেড ( ব্রাসদ্বারা ) কয়েলের মধ্যে প্রবাহ উল্টাইয়া যায়। সুতরাং ব্রাসকে এক্রপ স্থলে স্থাপিত করিতে হইবে যেখানে রাজ্যক্ষীণ এবং কয়েলের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, পূর্বে যে রূপ ছিল এই ক্ষীণ রাজ্যদ্বারা যেন তাহার বিপরীত ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় এবং যেহেতু মোটরে রাজ্যমেক

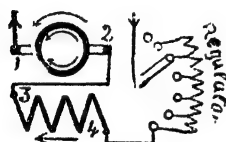


চিত্র—৩৬৩

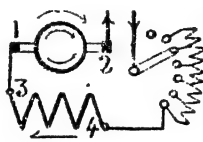
তদধীনস্থ প্রত্যেক আর্মেচার তারে এক্রপ দিকে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত করে যে এই ই, এম, এফ, ( ব্যাক ) হেতু প্রবাহ আর্মেচার প্রবাহের বিপরীতদিকে বহিবার চেষ্টা করে। ব্রাসকে

এরূপ স্থানে স্থাপিত করা উচিত যে, প্রত্যেক কয়েল মেরু ত্যাগ করিবার কিছু পূর্বেই ব্রাস দ্বারা সর্ট সার্কিটেড হয়। এই নিমিত্ত ৩৬৩ চিত্রে দর্শিত স্থানে—নিষ্ফল স্থান হইতে পশ্চাদ্বিকে—ব্রাসকে সরান উচিত। অতএব দেখা যাউতেছে যে, ডায়নামোতে আর্মেচারের ঘূর্ণনদিকে ব্রাসকে সরাইতে হয়, কিন্তু মোটরে আর্মেচারের ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ব্রাসকে সরাইতে হয়। উভয়দিকে ঘূর্ণনক্ষম (reversible) মোটরের ব্রাস রকারকে সরাইতে পারা যায় না, উহারা এরূপভাবে গঠিত যে অগ্নিস্থলিঙ্গ হয় না।

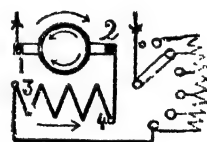
**মোটরে গতির দিক পরিবর্তন:**—মোটরের ঘূর্ণন গতি উল্টাইতে হইলে হয়, (১) আর্মেচারের প্রবাহকে উল্টাইতে হইবে, আর নাহয়, (২) রাজ্যকয়েলের প্রবাহকে উল্টাইয়া রাজ্যচুম্বকের মেরুত্বকে উল্টাইতে হইবে। যদি আর্মেচারের প্রবাহ ও রাজ্যচুম্বকের মেরুত্ব উভয়কেই একসঙ্গে উল্টাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে বলা বাহুল্য যে ঘূর্ণনগতি উল্টাইবে



চিত্র—৩৬৪



চিত্র—৩৬৫



চিত্র—৩৬৬

না, পূর্বের দিকে ঘুরিবে। কয়েকটি চিত্র দ্বারা গতির দিক পরিবর্তনের জন্য মোটরের সংযোজন পরিবর্তন প্রণালী ব্যক্ত করা হইল। চিত্রগুলিতে আর্মেচারের মধ্যে দুইটি তীর দ্বারা আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহের দিক ও আর্মেচারের বাহিরের তীর দ্বারা উহার ঘূর্ণন গতির দিক দর্শিত হইয়াছে।

৩৬৪ চিত্রে কোনদিক হইতে দেখিলে ষড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান একটি সিরিজ মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টার্মিনালে ও আর্মেচারে ২ হইতে ১ ব্রাসে প্রবাহ বহিতেছে। ইহার ঘূর্ণনদিক পরিবর্তন করিতে হইলে (১) ৩৬৫

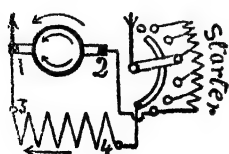
চিত্র অনুযায়ী কেবলমাত্র আর্মচারে প্রবাহের দিক বিপরীত করিতে হইবে এবং তজ্জন্ত ব্রাসদ্বয়ে যে দুইটি তার গিয়াছে (একটি রাজ্যকয়েল হইতে ও অপরটি রিটার্ণ-মেন) তাহাদের সংযোজন উল্টাইয়া দিতে হইবে অর্থাৎ ১ ব্রাসকে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনালের সহিত ও ২ ব্রাসকে রিটার্ণ মেনের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। ইহাতে রাজ্য অপরিবর্তিত, কেবলমাত্র আর্মচারে প্রবাহ হইতে ২ ব্রাসে অর্থাৎ উল্টা দিকে রহিল, সুতরাং মোটরের গতি বিপরীত হইবে বা ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিবে।

৩৬৬ চিত্রে আর্মচারের প্রবাহ ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র রাজ্যকয়েলের প্রবাহ উল্টাইয়া দিয়া গতির দিক পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনাল ষ্টার্টারের সহিত ও ৪ এবং টার্মিনাল ২ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করা হইয়াছে। ইহাতে মোটরের গতি বিপরীত হইয়া গিয়াছে অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে হইয়াছে।

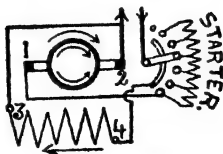
কিন্তু যদি এইরূপ আভ্যন্তরিক সংযোজন পরিবর্তিত না করিয়া কেবলমাত্র বাহিরের মেন বা লাইনের সংযোজন উল্টাইয়া দেওয়া যায়, যথা, ৩৬৭ চিত্র অনুযায়ী + মেনকে মোটর ব্রাসের সহিত ও - বা রিটার্ণ মেনকে ষ্টার্টারের সহিত



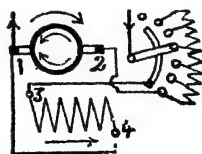
সংযুক্ত করা হয়, তাহা হইলে আর্মচার ও রাজ্যকয়েল চিত্র—৩৬৭ উভয়েরই প্রবাহ উল্টাইয়া যায় বলিয়া গতি উলটায় না। সুতরাং এরূপ সংযোজন ভুল। ৩৬৮ চিত্রে ঘড়ির কাঁটার বিপরীতদিকে ঘূর্ণায়মান একটি



চিত্র—৩৬৮



চিত্র—৩৬৯

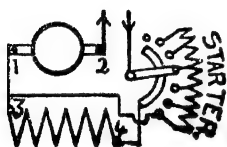


চিত্র—৩৭০

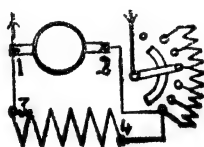
সান্ট মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে আর্মচারে ২ হইতে ১

ব্রাসে ও রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টার্মিনালে প্রবাহ বহিতেছে। ৩৬৯ চিত্রে রাজ্যপ্রবাহকে ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র আর্ম্চেচার প্রবাহের দিক বদলাইয়া অর্থাৎ ১ হইতে ২ ব্রাসে প্রবাহ বহাইয়া মোটরের দিক পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ৩৭০ চিত্রে আর্ম্চেচার প্রবাহকে ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র রাজ্যপ্রবাহকে উল্টাইয়া দিয়া অর্থাৎ ৩ হইতে ৪ টার্মিনালে প্রবাহিত করাইয়া মোটরের ঘূর্ণনগতি পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে।

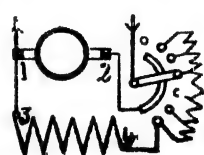
দ্রষ্টব্য :—সংযোজন পরিবর্তনকালে সর্বদা লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন যেন ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলটি প্রথম কন্ট্যাক্ট পিসকে স্পর্শ করিবারাত্র রাজ্যকয়েলে পূর্ণ ভোল্টেজ প্রযুক্ত হয় এবং তাহা মোটরকে চালাইবার সময়, সর্বদা, এমন কি ষ্টার্টকে সর্ট সার্কিট করিয়া দিলেও, যেন বজায় থাকে, অথবা বিপজ্জনক ব্যাপার ঘটিতে পারে। যথা (১) ৩৬৯ চিত্রানুযায়ী আর্ম্চেচারের সংযোজন



চিত্র—৩৬৯



চিত্র—৩৭০



চিত্র—৩৭১

পরিবর্তনকালে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনালকে মেন পর্য্যন্ত না আনিয়া যদি ভুলক্রমে ৩৭১ চিত্রের মত ১ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করিয়া মোটরকে চালান হয়, তাহা হইলে রাজ্যকয়েলের ৪ টার্মিনাল স্পিগ রিং দিয়া + মেন ও ৩ টার্মিনাল ১ ব্রাস দিয়া আর্ম্চেচারের মধ্য দিয়া—মেনের সহিত সংযুক্ত বলিয়া রাজ্যকয়েল প্রযুক্ত ভোল্টেজ প্রায় পূর্ণমাত্রায় পায় এবং গোড়ার দিকে অর্থাৎ মোটর চলিবার মুখে উহার দ্বারা কোনরূপ ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয় না বলিয়া রাজ্য প্রায় পূর্ণমাত্রায় উত্তেজিত হয়, সুতরাং মোটর চলিতে আরম্ভ করে বটে, কিন্তু মোটর চলিতে

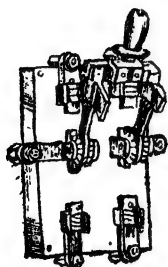
থাকিলে উহাতে ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয় ও এই ব্যাক ই, এম, এফ, আরমেচারের মধ্যে ২ ত্রাস হইতে ১ ত্রাসের দিকে হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েলে ৩ টার্মিনাল হইতে ৪ টার্মিনালের দিকে অর্থাৎ প্রযুক্ত ভোল্টেজের বিপরীত দিকে বলিয়া, আরমেচারে প্রযুক্ত ভোল্টেজের পরিমাণ হ্রাস পায় ও রাজ্যতেজ কমিয়া যায় এবং ষ্টাটারকে স্ট সার্কিট করিলে রাজ্যকয়েলে প্রায় কোনরূপ ই, এম, এফ, থাকে না, সুতরাং হয় মোটর ভয়ঙ্কর গতিবান্ হইবে, না হয় ফিউজ বিগলিত হইবে। অথবা (২) রাজ্যকয়েলের টার্মিনাল ত্রয়কে আরমেচারের ত্রাসত্বয়ের সহিত, যেমন ৩৭২ চিত্রে ৩ টার্মিনাল ১ ত্রাসের সহিত ও ৪ টার্মিনাল ২ ত্রাসের সহিত সংযুক্ত ষ্টাটারের স্ট সার্কিট করিবার কন্ট্যাক্ট পিসের সহিত সংযোগ করাও ভুল। কারণ এইরূপ সংযোজনে ষ্টাটারের রেগুলেটিং বাধা রাজ্যকয়েলের সহিত সিরিজে সংযুক্ত বলিয়া রাজ্য লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় না, অতএব রাজ্যতেজ ক্ষণ হয়—ইহাতে ভারযুক্ত না হইলে অধিক প্রবাহের সাহায্যে কোনপ্রকারে আরমেচার ঘুরিতে পারে বটে, কিন্তু ভারযুক্ত হইলে উহা ঘুরিতে পারে না। তবে যদি মোটরকে একবার কোন রকমে গতিবান্ করা যায়, তাহা হইলে উহা বেশ চলিতে থাকিবে—কারণ তখন উহার মধ্যে ব্যাক ই এম, এফ, অর্থাৎ আরমেচারের মধ্যে ১ ত্রাস হইতে ২ ত্রাসের দিকে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হইতে থাকে এবং ইহা রাজ্যকয়েলে প্রযুক্ত ভোল্টেজের দিকে অর্থাৎ ৪ হইতে ৩ টার্মিনালের দিকে প্রযুক্ত হইয়া রাজ্যতেজকে প্রথরতর করিতে থাকে এবং অবশেষে ষ্টাটারকে স্ট সার্কিট করিলে রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে যে এই শেষোক্ত ভুল সংযোজন হেতু মোটর একেবারেই চলিবে না, তবে যদি উহাকে একবার চালাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে উহা বেশ চলিতে থাকিবে। কিন্তু প্রথমোক্ত ভুল

সংযোজনে মোটর যথারীতি চলিতে পারে বটে কিন্তু উহা কার্য্যকরী হয় না।  
আবার ৩৭৩ চিত্রে দর্শিতরূপ সংযোজনও ভুল। এই সকল কারণে মোটরের  
গতি পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তনকালে নিম্নলিখিত নিয়মটির  
দিকে লক্ষ্য রাখা একান্ত কর্তব্য।

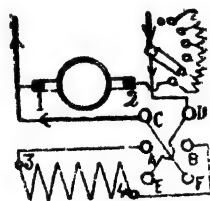
“একটি মেন পোল আরমেচার ও রাজ্য-কয়েলের সহিত সংযুক্ত  
টারমিনালের সহিত যোগ হইবে এবং দ্বিতীয় মেন পোল ষ্টার্টারের সহিত  
যোগ হইবে এবং ষ্টার্টারে ইহা একরূপ ভাবে দুইপথে যেন বিভক্ত যে  
চালাইবার গোড়ার মুখেই যেন রাজ্য-কয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায়,  
আর রেগুলেটিং বাধাটি আরমেচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে। পরে  
চলনকালে ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলকে ঘুরাইয়া ক্রমশঃ এই রেগুলেটিং বাধাকে  
সর্ট সার্কিট অর্থাৎ আরমেচার হইতে বাদ দেওয়া হয়।”

অনেক স্থলে বিশেষতঃ বহুমেরু বিশিষ্ট মোটরে কেবলমাত্র ত্রাস-  
গুলিকে একটি মেরুর বিস্তৃতির সমান অপসারণ দ্বারা আমেরচারে  
প্রবাহের দিক উল্টাইয়া মোটরের গতি বিপরীত করা হয়।



(B)

(F)



চিত্র—৩৭৪

চিত্র—৩৭৫

চিত্র—৩৭৬

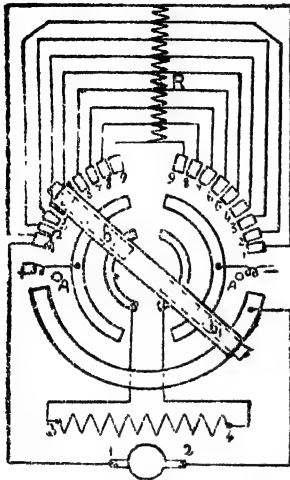
**রিভার্সিং এপারেটাস (Reversing apparatus)**  
বা উল্টাইবার যন্ত্র :—অনেক স্থলে, যেমন বৈদ্যুতিক ‘লিফ্ট’ (Lift)  
কেন, ট্রাম প্রভৃতিতে, মোটরকে একবার একদিকে তৎপরে অন্যদিকে

চালাইতে হয়, সেই নিমিত্ত, গতির দিক সহজে পরিবর্তনের নিমিত্ত, উল্টাইবার উপায় বা 'রিভার্সিং এপারেটাস' প্রয়োজন হয়। এইরূপ একটি 'ডবল পোল থ্রো বা চেঞ্জ-ওভার সুইচ' (Double Pole throw or change over switch) ৩৭৪ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহার হ্যাণ্ডেলটি নিম্নে থাকিলে যেক্রপ সংযোজন হয় উহাকে উপরে উঠাইয়া দিলে তাহার বিপরীত সংযোজন হয়। তাহা ৩৭৫ চিত্রে উহার আভ্যন্তরিক গঠন দেখিলে বুঝা যাইবে। এই চিত্রে হ্যাণ্ডেলের পাদদ্বয় A ও B হইতে কোন যন্ত্র বা কয়েলের বৈদ্যুতিক পথদ্বয় আরম্ভ হয়, এবং যদিও হ্যাণ্ডেলের সহিত সংযুক্ত বটে, কিন্তু পরস্পর হইতে অপরিচালক দ্বারা রোধিত। হ্যাণ্ডেলটি নিম্নে থাকিলে A এর সহিত E ও B এর সহিত F সংযুক্ত হয় এবং C এর সহিত F ও D এর সহিত E সংযুক্ত বলিয়া, Aর সহিত D ও B এর সহিত C সংযুক্ত হইতেছে। কিন্তু হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে Cর সহিত A ও D এর সহিত B সংযুক্ত হয়। ৩৭৬ চিত্রে মোটরের সহিত এই সুইচের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে D + মেন ও C — মেনের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং হ্যাণ্ডেলটি নিম্নে থাকিলে, রাজ্যকয়েলে ৩ হইতে ৪ টারমিনালে প্রবাহ বহে ও হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টারমিনালে প্রবাহ বহে, সুতরাং রাজ্যকয়েলের প্রবাহ উল্টাইয়া যায়। অথচ আরম্ভের প্রবাহ ঠিক থাকে, অতএব মোটরের গতি বিপরীত হয়।

বলা বাহুল্য যে এই সুইচ রাজ্য কয়েলের সহিত ব্যবহার না করিয়া আর্মেচারের সহিত ব্যবহার করিলে কেবলমাত্র আর্মেচার প্রবাহ উল্টাইয়া যাইবে ও মোটরের গতির দিক বিপরীত হইবে। কিন্তু এক্রপ সুইচ দ্বারা এই প্রণালীতে মোটরের দিক বিপরীত করিতে বাইলে সাংঘাতিক কুফল ঘটিবে। কারণ মোটরের চলন্ত অবস্থায় ষ্টার্টারের বাধা মোটর হইতে বিচ্ছিন্ন থাকে, সুতরাং তখন এই সুইচ দ্বারা দিক পরিবর্তন



করিতে বাইলে আমেরচার একেবারে লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়



চিত্র—৩৭৭

তন্মধ্যে ১ চিহ্নিত খণ্ডের দ্বারা বাধাটি সর্ট সার্কিট হয়। এই সুইচে আরও দুইট হইবে যে কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার স্লিপ-রিং আছে ও হ্যাণ্ডেলটি একদিকে  $b$  অপরদিকে  $b_1$  ব্রাসদ্বয় দ্বারা তাহাদিগকে স্পর্শ করে ও এই ব্রাসদ্বয় পরস্পর হইতে রোধিত। ইহাদের মধ্যে সর্বাপেক্ষা অন্তর্বর্তী স্লিপ-রিং দ্বয় রাজ্যকয়েলের ৩ ও ৪ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত ও তৎপরবর্তী স্লিপ-রিংদ্বয় + ও - লাইনের সহিত সংযুক্ত। আমেরচারের ২ ব্রাস বহির্ভাগস্থ বৃহৎ স্লিপ-রিং ও ১ ব্রাস ১ চিহ্নিত সর্ট সার্কিটকারী ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত। হ্যাণ্ডেলটি মাঝামাঝি স্থানে খাড়াভাবে অর্থাৎ অধোদ্বীপ দিক লইয়া থাকিলে, ইহার ব্রাসদ্বয় মেনের সহিত সংলগ্ন স্লিপ-রিংদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকে না, কারণ এই স্লিপ-রিং এতদূর অবধি আসে নাই। এখন যদি চিত্রে দর্শিতভাবে হ্যাণ্ডেলকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরান হয়, তাহা হইলে উহার উর্দ্ধ ব্রাস  $b$  অন্তর্বর্তী ক্ষুদ্র স্লিপ-রিং ও  $a$  ধাতুখণ্ডকে + মেনের সহিত সংযুক্ত করে। সুতরাং প্রবাহ দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ একেবারে রাজ্যকয়েলের মধ্যে ৩ হইতে ৪ টার্মিনালে বহে ও অপরভাগ  $a$  ধাতুখণ্ড হইতে সমস্ত ষ্টাটিং বাধা  $R$  এর মধ্য দিয়া  $a$  ধাতুখণ্ডে আসিয়া তথা হইতে আমেরচারের মধ্যে ১ হইতে ২ ব্রাসে বহে এবং ৪ টার্মিনাল ক্ষুদ্র স্লিপ-রিং হইতে  $b_1$  ব্রাসের সাহায্যে  $A$  স্লিপ-রিং এর মধ্য দিয়া মেনের সহিত সংলগ্ন নিম্ন স্লিপ-রিং এর সহিত সংযুক্ত বলিয়া বৈদ্যুতিক পথ এইভাবে সম্পূর্ণ হয়। সুতরাং মোটর চলিতে আরম্ভ করিবে এবং ধরা বাউক যেন ইহা ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরিবে।

বলিয়া উহা নষ্ট হইয়া যাইবে। এই নিমিত্ত, অর্থাৎ এই কুফল নষ্ট করিবার জন্ত, এই সুইচ ষ্টাটিংয়ের সহিত একরূপ ভাবে আবদ্ধ থাকে যে সুইচ উঠান মাত্র আমেরচার লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। এইরূপ সুইচকে রিভার্সিং-ও-ষ্টাটিং সুইচ বলে। এই সুইচ ৩৮০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহার কার্য্য প্রণালী চিত্র হইতে বুঝা যাইবে।

এই সুইচের ডানভাগটি অবিকল বামভাগের মত। ইহার বাধাপ্রদ কয়েল  $R$  ৩৭৭ চিত্রে দর্শিত ভাবে ডান ও বামদিকস্থ ১, ২, ৩, ৪...

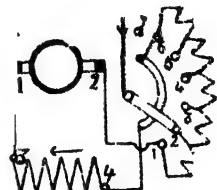
২ তাত্র বা কাংসখণ্ডগুলির সহিত সংযুক্ত।

এখন হাওেলটিকে ক্রমশঃ ঐভাবে ঘুরাইতে থাকিলে ষ্টার্টিং বাধা R ক্রমশঃ আংশিক ভাবে বিচ্ছিন্ন হইতে হইতে, ১ ধাতুখণ্ডে হাওেলটি আসিলে সর্ট সার্কিট হইয়া যায় ও তখন আর্মেচারটি লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয় ও মোটর পূর্ণগতিতে চলিতে থাকে। কিন্তু যদি মাঝানান্নি স্থান হইতে হাওেলটিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরান হইত, তাহা হইলে+মেনের সহিত সংলগ্ন স্লিপ-রিং হইতে প্রবাহ  $b_1$  ব্রাসে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ ক্ষুদ্র স্লিপরিং এ ও তথা হইতে রাজ্যকয়েলের মধ্যে ৩ হইতে ৪ টার্মিনালে অর্থাৎ পূর্বের স্থান একই দিকে বহিবে, প্রবাহের অপর ভাগটি  $b$  ব্রাস হইতে A স্লিপরিং এ ও তথা হইতে আর্মেচারের মধ্যে ২ হইতে ১ ব্রাসের দিকে বহিয়া বামদিকে ১ ধাতুখণ্ড দিয়া R ষ্টার্টিং বাধার মধ্য হইয়া ডানদিকের ২ ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত  $b$  ব্রাসের সাগাধো - মেনে বহিবে ও এইভাবে বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হইবে ও মোটর চলিতে আরম্ভ করিবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ দিক উল্টাইয়া যাইতেছে অর্থাৎ ২ ব্রাস হইতে এখন ১ ব্রাসে হইতেছে (পূর্ব ১ ব্রাস হইতে ২ ব্রাসে হইয়াছে), কিন্তু রাজ্যকয়েলে প্রবাহ পূর্বের স্থান দিকেই আছে। সুতরাং মোটরের গতি বিপরীত হইবে। এবং হাওেলটিকে এই দিকে ঘুরাইতে থাকিলে ষ্টার্টিং বাধা ক্রমশঃ আংশিকভাবে বিচ্ছিন্ন হইতে থাকিবে ও ডানদিকের ১ ধাতুখণ্ডে উহা সর্ট সার্কিট হইয়া যাইবে, তখন আর্মেচার লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজে পূর্ণ গতিতে চলিতে থাকিবে। বাহ্যতে হাওেল ১ পার হইয়া বরাবর ঘুরিয়া না যায় তজ্জন্য A চিহ্নিত স্থানদ্বয়ে আটকাইবার জন্ত দুইটি ধাতুকীলক আছে।

### ষ্টার্টার ও সাণ্ট রেগুলেটোরের অগ্নিস্ফুলিঙ্গ

ব্রহ্মদেব:—উপরে যে সমস্ত ষ্টার্টার ও রেগুলেটোর প্রভৃতি বর্ণিত হইল তাহাদের দ্বারা মোটরকে ঠিক ভাবে চালান বা ‘ষ্টার্ট’ করিতে পারা যায় বটে, কিন্তু থামাইবার সময় সাণ্ট কয়েলে স্বীয় সম্ভাবন হেতু, ঐ ষ্টার্টার প্রভৃতিতে অত্যন্ত অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটে।

এই অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ করিবার নিমিত্ত উহাদিগের মধ্যে একরূপ বাবস্থা থাকা প্রয়োজন যেন, “সাণ্ট কয়েলে স্বীয় সম্ভাবনের সময় অর্থাৎ উহা লাইন হইতে বিচ্ছিন্ন হইবার সময় সাণ্ট পথ অসম্পূর্ণ না হইয়া সম্পূর্ণ থাকে।” ইহা

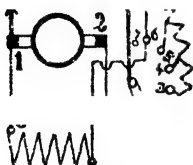


চিত্র—৩৭৮

ষ্টার্টারে যে ভাবে সম্পন্ন হয়, তাহা ৩৭৮ চিত্র হইতে বুঝিতে পারা যাইবে।

৩৭৮ চিত্রে ষ্টার্টিং বাধার শেষভাগ সাণ্ট রাজ্য কয়েলের স্লিপরিংএর সহিত সংলগ্ন একরূপ একটী ষ্টার্টার ও তাহার মোটরাদির সহিত সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহা

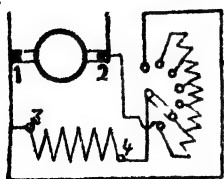
হইতে স্পষ্টই দৃষ্ট হইবে যে চালাইবার সময় রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় ও আর্মেচার ষ্টাটিং বাধার সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে। কিন্তু মোটরকে থামাইবার জন্য লাইন হইতে বিযুক্ত করিবার সময় ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলটি ৬ চিত্রিত স্থানে বাইলেণ্ড সাণ্টকয়েল ষ্টাটিং বাধা ও আর্মেচারের মধ্য দিয়া সংযুক্ত থাকে এবং যেহেতু আর্মেচার চলন্ত অবস্থায় আছে, উহার ব্যাক ই, এম, এফ, ২ ব্রাস হইতে ষ্টাটিং বাধার মধ্য দিয়া সাণ্ট কয়েলে ৪ হইতে ৩ টার্মিনালে (অর্থাৎ রাজ্যকয়েলে পূর্বে যে দিকে প্রবাহ বহিতেছিল) প্রবাহ বহায়। সুতরাং, যেহেতু রাজ্যকয়েলের অবস্থা বিশেষ পরিবর্তিত হইল না, উহাতে স্বয়ং সম্ভাবন প্রায় হইবে না বলিলেই হয়। অতএব অগ্নিশুল্ক হইবে না।



চিত্র—৩৭৯

ঘুরাইতে থাকিলে রাজ্যকয়েলের প্রবাহকে ষ্টাটিং বাধার মধ্য দিয়া আসিতে হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় না, থানিকটা ঐ ষ্টাটিং বাধার পাত্ত হইয়। কিন্তু, যেহেতু তুলনায় রাজ্যকয়েলের বাধা ষ্টাটারের বাধা অপেক্ষা অনেক অধিক, ষ্টাটারে পতিত ভোল্টেজের পরিমাণ খুব অল্প। সুতরাং রাজ্যকয়েলের প্রবাহ খুংই অল্প কমিবে (যথা—ষ্টাটারের মধ্য দিয়া না যাইলে যদি ৩ অ্যাম্প হইত, তাহা হইলে উহার মধ্য দিয়া বাইবার দরুণ হয়ত ২.৭৫ অ্যাম্প হইবে)। রাজ্যভেজ এইরূপে একটু ব্রাস বলিয়া মোটরও একটু ক্ষত চলিবে। বাকী সমস্ত বিষয়ে ইহা ষ্টিক পূর্ব ষ্টাটারের জ্ঞায়, অতএব বলা বাহুল্য যে পূর্ব কারণ বশতঃ ইহাতে অগ্নিশুল্ক হয় না।

দ্রষ্টব্য :—এই ষ্টাটারদ্বয়ে অগ্নিশুল্ক রদ করিতে হইলে ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলকে খুব ক্ষত সরাইয়া আনিতে হয়, যাহাতে লাইন হইতে বিচ্ছেদ কালে মোটরটি প্রায় পূর্ণগতিতে চলন্ত অবস্থায় থাকে। নতুবা ঐ হ্যাণ্ডেলকে আস্তে আস্তে সরাইতে



চিত্র—৩৮০

দর্শিতভাবে সংযুক্ত হয়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে রেগুলেটরের যে ষাটখণ্ডে হ্যাণ্ডেল

৩৭৯ চিত্রে পূর্ব প্রকারের একটি ষ্টাটার ও তাহার সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। দৃষ্ট হইবে যে ইহাতে সাণ্টকয়েলের স্লিপরিং ব্যবহার হয় না। রাজ্য কয়েলের যে টার্মিনালটি স্লিপরিং এর সহিত সংযুক্ত হইত, তাহা ষ্টাটিং বাধার শেষভাগের সহিত চিত্রে দর্শিত ভাবে সংযুক্ত। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে ষ্টাটিং বাধাকে সর্ট সার্কিট করিবার নিমিত্ত ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলকে

আবার কোন কোন স্থলে সাণ্ট রাজ্যকয়েলকে

উহার নিজের মধ্য দিয়াই পূর্ণভাবে সংযুক্ত রাখা হয়, তাহাতে স্বয়ং সম্ভাবনের প্রবাহ এই পথ দিয়াই বহে।

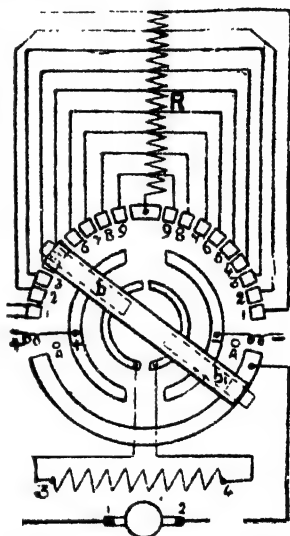
যথা—ডায়নামোর বেলায় সাণ্ট রেগুলেটরও ৩৮০ চিত্রে

যাইলে মেন বিযুক্ত হয়, তাহা সান্টকয়েলের ৩ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত, ইহা ব্যতীত বাকী সব পূর্বের স্থায়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে সান্টকয়েলকে আমেরচার হইতে বিযুক্ত করিবার সময় হ্যাণ্ডেলটি বিযুক্তকারী শেষ ধাতুখণ্ডে যাইবামাত্র রাজ্যকয়েলটি নিজের মধ্য দিয়া পূর্ণ পথ পায়।

দ্রষ্টব্য :—সান্টরেগুলেটরের হ্যাণ্ডেলকে ষ্টার্টারের হ্যাণ্ডেলের মত দ্রুত সরাইলে চলিবে না, পরন্তু ইহার বাধাকে শেষ ধাতুখণ্ডে ( অর্থাৎ বিচ্ছেদের ঠিক পূর্বে ) কিছুকণ রাখিতে হয়, যাহাতে যন্ত্রের ভোল্টেজ ইতিমধ্যে কমিয়া যায়।

৩৭৭ চিত্রে যে ষ্টার্টার দর্শিত হইয়াছে তাহাতে ৩৮১ চিত্রে দর্শিতভাবে ব্যবস্থা দ্বারা ঐ অগ্নিস্কুলিঙ্গ রদ করা হয়। ইহাতে আরও দৃষ্ট হইবে উপরদিকে মাঝখানে একটি চওড়া ধাতুখণ্ডের সহিত R ষ্টার্টিং বাধা সংযুক্ত আছে এবং অন্তর্ভাগস্থ ছোট স্পিগরিংয়ের মধ্যে ফাঁক এরূপ অল্প যে হ্যাণ্ডেলটি লাইনকে বিযুক্ত করিবার জন্য মাঝখানে আনিলে ক্ষুদ্র স্পিগরিংয়ের হ্যাণ্ডেলস্থ একটি ব্রাশ দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং আমেরচারও ষ্টার্টিং বাধার মধ্য দিয়া পূর্ণভাবে সংযুক্ত থাকে। এই সূইচ ব্যবহারের সময় সাবধান থাকিতে হয় যেন হ্যাণ্ডেলটিকে দ্রুত চালাইয়া মাঝামাঝি স্থানে লইয়া যাওয়া না হয়। কারণ তাহাতে স্বীয় সম্ভাবন সূষ্ট প্রবাহ নষ্ট হইবার ( মরিয়া যাইবার ) দময় পায় না, সুতরাং অগ্নিস্কুলিঙ্গ ঘটিবে!

### রকমারী মোটর :-

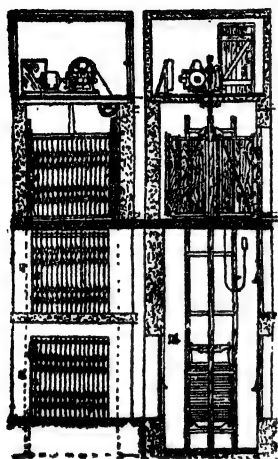


চিত্র—৩৮১

মোটর দ্বারা নানাপ্রকার কার্য সাধিত

হয়, তন্মধ্যে লিফ্ট (lift) চালান, মেসিন বা যন্ত্রাদি চালান, পাখা চালান, ক্রেন চালান, ট্রাম, রেলগাড়ি বা মোটরগাড়ি প্রভৃতি চালান উল্লেখ যোগ্য। যে সকলস্থলে মোটরে ড্যাম্প বা ধূলা লাগিবার সম্ভাবনা সেখানে মোটরের ইয়োককে এরূপভাবে প্রস্তুত করা হয় যে উহার মধ্যে ড্যাম্প বা ধূলা প্রবেশ করিতে পারে না—এরূপ মোটরকে ঢাকা বা 'এনক্লোজড টাইপ' ( Enclosed type ) বলে।

৩৮৪ চিত্রে একটি সাকসন পাখা চালাইবার মোটর দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৩৮২

ইহার সচারচর দ্বিমেরু বিশিষ্ট হয়। ট্রাম বা রেলগাড়ির বেলায় অধিকাংশ স্থলে লাইনের উপরে শূণ্য দিয়া প্রবাহবাহী তার (+ মেন) থাকে, ও প্রবাহ ফিরিবার রিটার্ন মেন লাইনের রেলের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং অনেকগুলি রেল পদম্পর সংযোগ করিয়া লাইন প্রস্তুত হয় বলিয়া, পর পর দুইটি রেলের মধ্যে ভালরূপ বৈদ্যুতিক সংযোগনের নিমিত্ত উহার পদম্পরের সহিত মোটর তান্ত্রতার দ্বারা ভালরূপে সংযুক্ত থাকে।

উহার আর্মেচারের একটি ব্রাস তার দ্বারা গাড়ির চাকার সহিত সংযুক্ত ও অপর ব্রাসটি হইতে তার গাড়ির ছাদের উপরে কোন কাষ্ঠ বা ধাতব দণ্ডের (ধনুকের মত দণ্ডের) মধ্য দিয়া গিয়া পিস্তল বা তান্ত্রের চাকার (trolley) সাহায্যে শূণ্যের প্রবাহ বাহী তারের সহিত সংযুক্ত হয়। এই মোটরগুলি সচারচর ২ মেরু বিশিষ্ট হয় ও উভয়দিকেই ঘুরিতে পারে বাহাতে গাড়ি অগ্রসর হইতে বা পিছাইতে পারে। ৩৮২ চিত্রে একটি লিফ্ট দর্শিত হইয়াছে।

ট্রাম মোটরের ষ্টার্টারকে কন্ট্রোলার (controller) বলে। ইহার গঠন পূর্বোক্ত ষ্টার্টারগুলি হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন। ইহার ষ্টার্টিং বাধার ধাতুখণ্ড সকল (contact pieces) একটি খাড়া চোঙ্গের গায়ে স্থাপিত এবং একটি কাষ্ঠের তক্তা হইতে কতকগুলি ব্রাস এই ধাতুখণ্ড সকলকে স্পর্শ করে। চোঙ্গটি একটি হ্যাণ্ডেলের সাহায্যে ঘুরান হয় ও এইভাবে ষ্টার্টারের মধ্যে প্রয়োজনমত সংযোজন সাধিত হয়। মোটরকে উন্টাদিকে

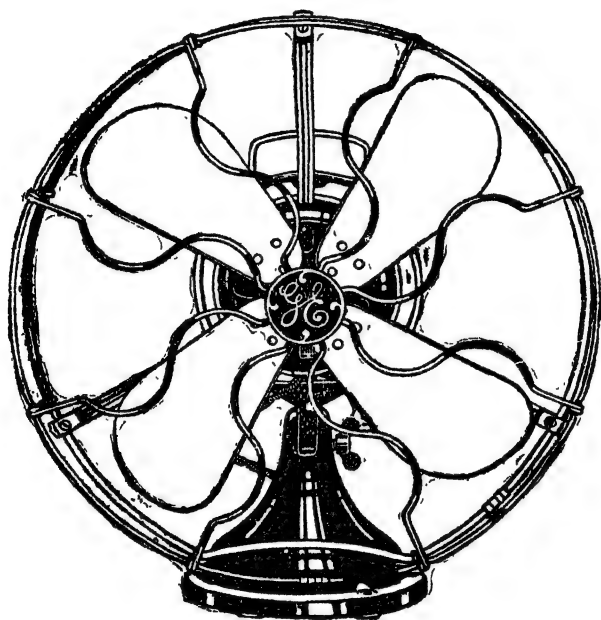
ঘুরাইবার জন্য একটি পৃথক রিভার্সিং সুইচ থাকে, অবশ্য ইহা কন্ট্রোলারের সহিত একপভাবে সংবদ্ধ থাকে যে মোটরকে না থামাইয়া এই সুইচ ব্যবহার করা যায় না। বৈদ্যুতিক ক্রেনেও এই প্রকার কন্ট্রোলার ব্যবহার হয়।



চিত্র—৩৮৩

**বৈদ্যুতিক ব্রেক :**—বৈদ্যুতিক ট্রাম ও রেলগাড়ি প্রভৃতিতে ইঠাং থামাইবার জন্য মেকানিক্যাল ব্রেক অপেক্ষা বৈদ্যুতিক ব্রেক আশু ফলপ্রসূ। ব্যবহৃত মোটরটির দ্বারা এই ব্রেকের কার্য সাধিত হয়। এই উদ্দেশ্যে মোটরকে লাইন হইতে বিযুক্ত করিয়া আমেরচারের ব্রাসদ্বয় একটি বাধার মধ্য দিয়া রাজ্যকয়েলের সহিত একপভাবে সংযুক্ত করিতে হয় যেন চলন্ত মোটরের ব্যাক ই, এম, এফ, হেতু প্রবাহ রাজ্যকয়েলের

মধ্য দিয়া পূর্বের দিক দিকে প্রবাহিত হইয়া পূর্বভাবে রাজ্যকে উত্তেজিত রাখে ও ঐ বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। এখন এই উত্তেজিত রাজ্যে চলন্ত আমেরচার ডায়নামোতে পরিণত হয়, ইহার প্রবাহ ঐ বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, কিন্তু যেহেতু এই প্রবাহ সম্ভাবনের নিমিত্ত কার্য-



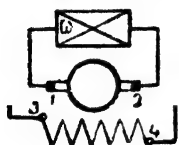
চিত্র—৩৮৪

শক্তি প্রয়োজন, মোটরকে লাইন হইতে বিযুক্ত করিবার পর, গাড়িটির নিজের গতি হেতু যে কার্যশক্তি, তাহা এই প্রবাহ সম্ভাবনে ব্যয়িত হয় এবং গাড়িটি শীঘ্র থামিয়া যায়। অবশ্য আমেরচারের গতি যত অধিক হয় এই প্রবাহও তত অধিক পরিমাণে সম্ভাবিত হয়, সুতরাং গাড়ির অধিক গতিতেই এই বৈদ্যুতিক ব্রেকের কার্য সুচারুভাবে সম্পন্ন হয়। কিন্তু

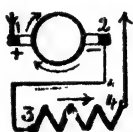
গাড়িকে একেবারে গতিহীন করিতে হইলে বৈদ্যুতিক ব্রেক ব্যতীত মেকানিক্যাল ব্রেকও প্রয়োজন হয়।

সার্ট মোটরের বেলায়, লাইন হইতে বিযুক্ত মোটরের আর্মেচার ব্রাসদ্বয়কে কেবলমাত্র একটি বাধার মধ্য দিয়া, ৩৮৫ চিত্র ভাবে সংযুক্ত করিয়া দিলেই ব্রেকের কার্য হইবে। ৩৮৮ চিত্রে চালিত মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে।

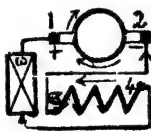
সিরিজ মোটরের বেলায় কিন্তু চালিত মোটরকে (৩৮৬ চিত্র) লাইন হইতে বিযুক্ত করিয়া উহার আর্মেচারকে বাধা ও রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়াই (৩৮৭ চিত্র) কেবলমাত্র সংযোগ করিলে চলিবে না, কারণ তাহা হইলে ৩৮৭ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে রাজ্যে প্রবাহ উল্টাইয়া যায়, সুতরাং চুষকত্ব নাশ হইবে ও প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে না।



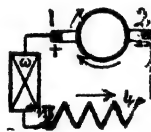
চিত্র—৩৮৫



চিত্র—৩৮৬



চিত্র—৩৮৭



চিত্র—৩৮৮

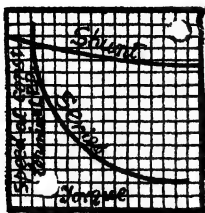
সুতরাং রাজ্য কয়েলের সংযোজনও ৩৮৮ চিত্র ভাবে উল্টাইয়া দিতে হয়, বাহাতে রাজ্যকয়েলে পূর্বের দিক দিকে প্রবাহ বহে।

ব্রেকের নিমিত্ত প্রয়োজনীয় সংযোজনাদি কন্ট্রোলারের দ্বারাই হয়। সচরাচর কন্ট্রোলার এরূপ যে হ্যাণ্ডেলটি ডান সীমায় বাইলে ব্রেকের কার্য হয় ও বাম দিকে থাকিলে কন্ট্রোলারের কার্য হয়। বাম সীমা থামাইবার স্থান।

ম্যাগনেটিক-ব্রেক-আউট :—গাড়ি প্রভৃতিকে অনবরত ষ্টার্ট করা, উহার গতি নিয়ন্ত্রণ করা বা ব্রেক করা প্রভৃতি কার্য্য কন্ট্রোলারকে সাধন করিতে হয় বলিয়া উহার মধ্যে কেবলই বৈদ্যুতিক পথ বিচ্ছেদ



ও তজ্জন্ত অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ষটিতে থাকে। এবং যেহেতু এই অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হেতু উহার অংশ বা অংশাবলী ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, বৈদ্যুতিক চুম্বকের



চিত্র—৩৮২

সাহায্যে ইহাদিগকে নিবাইয়া দেওয়া হয়। এই ব্যবস্থাকে ‘ম্যাগনেটিক ব্লো আউট’ (Magnetic blow out) বলে। এই স্ফুলিঙ্গ প্রজ্জলিত ধাতব বা কার্বনের বাষ্প কণা ব্যতীত আর কিছুই নহে। এই ধাতব বা কার্বনের বাষ্পীয় কণাগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহ

বহিবার সময় উহারা গরম হইয়া ‘গ্লো’ (Glow) করে। সুতরাং এস্থলে একটি তেজাল বৈদ্যুতিক চুম্বক থাকিলে এই প্রবাহবান্ বাষ্পীয় পরিচালক, চুম্বক রাজ্যে থাকা হেতু, সরিয়া যাইবে, অতএব অগ্নিস্ফুলিঙ্গ পথ বাড়িয়া যায়, সুতরাং উহা যাইতে যাইতে নিবিয়া যায়।

৩৮২ চিত্রে বিভিন্ন প্রকারের মোটরের বিশেষত্ব রেখা দর্শিত হইয়াছে।

**একাধিক ডায়নামোর একত্রে কার্য্য:**—দুইটি

ডায়নামোকে পরস্পরের সহিত সিরিজ বা প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। যেমন দুইটি সেলকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে প্রবাহ পরিবর্তিত হয় না, ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয়, সেইরূপ দুইটি ডায়নামোকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে মোট ভোল্টেজ উহাদের ভোল্টেজের সমষ্টি হয়। কিন্তু যদি প্রবাহ পরিবর্তিত করিতে হয়, তাহা হইলে ডায়নামো দুইটিকে প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হইবে। প্যারালাল ভাবে দুই ডায়নামোকে চালাইতে হইলে বিশেষ লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন, যেন উহাদের প্রত্যেকের ভোল্টেজ সমান হয়। নচেৎ যদি একটির ভোল্টেজ অপরটির ভোল্টেজ অপেক্ষা অধিক হয়, তাহা হইলে অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্র হইতে অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রবাহ চালিত হইবে (যন্ত্র দ্বয়ের ভোল্টেজের যে পার্থক্য সেই চাপ অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট

যন্ত্রে প্রযুক্ত হইবে)। অতএব অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্রটি এখন মোটরে পরিণত হইবে এবং শক্তি (বৈদ্যুতিক) উৎপাদন না করিয়া গ্রহণ বা 'কনজিউম' (Consume) করিতে থাকিবে—অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট হইতে। মোটরে পরিণত যন্ত্রটির ঘূর্ণন গতির দিক পরিবর্তিত হয় না, কারণ ফিল্ড কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হয় না, কেবলমাত্র আর্মেচার কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হয়—অতরাং যন্ত্রটি ডায়নামো অবস্থায় যে দিকে ঘোরে, মোটরে পরিণত হইলেও সেই দিকেই ঘুরিতে থাকে। অতএব যন্ত্রটি ডায়নামো ভাবে চলিতেছে, কি মোটর ভাবে চলিতেছে, তাহা ঘূর্ণন দিক হইতে ধরা স্বকষ্টিণ। যন্ত্রটি মোটর ভাবে চলিবার সময় তদীয় চালক ইঞ্জিন ও অপরাপর অংশাবলী উহার অতিক্রমণীয় ভার হয় অর্থাৎ ইঞ্জিনকে অধিকতর গতিতে চালাইতে থাকে।

উপরে বলা হইল প্যারালাল সংযোগের নিমিত্ত দুইটি ডায়নামোর ভোল্টেজ সমান হওয়া প্রয়োজন, নচেৎ একটি মোটরে পরিণত হয়। ভোল্টেজের সমানতা বলিতে এখানে বুঝিতে হইবে ডায়নামোর মধ্যে উৎপাদিত ভোল্টেজ নহে, উহার উভয়ে যেখানে (যথা বাসবার, Busbar) সংযুক্ত হয় তথায় যেন প্রত্যেকটি দ্বারা প্রযুক্ত ভোল্টেজ সমান হয়। নিম্নে উদাহরণ হইতে এ বিষয় স্পষ্ট জ্ঞানলাভ হইবে।

দুইটি ডায়নামোর প্রত্যেকের আর্মেচারের বাধা ৫ ওম, একটির ই, এম, এফ, ৬০০ ভোল্ট অপরটির ৬১০ ভোল্ট, উহাদিগকে মোট ২০০০ অ্যাম্প প্রবাহ দিতে হইবে, কোনটি কি পরিমাণ প্রবাহ দিবে?

ধরা যাউক, ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রটি C অ্যাম্প প্রবাহ দিবে, তাহা হইলে ৬১০ ভোল্ট যন্ত্রটি ২০০০ - C অ্যাম্প প্রবাহ দিবে।

অতএব ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রের আর্মেচারে  $৫ \times C$  ভোল্ট ভোল্টেজ পতন হইবে, এবং ৬১০ ভোল্ট যন্ত্রের আর্মেচারে  $৫(২০০০ - C)$  ভোল্ট ভোল্টেজ পতন হইবে।

স্বতরাং বাস বাবে ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রদ্বারা ৬০০—'৫×C ভোল্ট  
চাপ প্রযুক্ত হইবে এবং ৬১০ ভোল্ট যন্ত্র দ্বারা ৬১০—'৫ ( ২০০০—C )  
ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হইবে ।

যেহেতু বাসবারে উভয় যন্ত্রই সংযুক্ত, এই বাসবারে প্রত্যেকটি দ্বারা  
প্রযুক্ত ভোলটেজ সমান হওয়া উচিত, অতএব

$$৬০০—'৫C = ৬১০—'৫(২০০০—C)$$

$$\text{বা } ১০—১০০০ + C = ০$$

$$\text{বা } C = ১০০$$

অর্থাৎ ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রটি দ্বারা ১০০ অ্যাম্প এবং ৬১০ ভোল্ট  
যন্ত্রটি দ্বারা ২০০০—১০০ = ১৯০০ অ্যাম্প প্রবাহ সরবরাহ হইবে ।

### অনুশীলনী ।

(১) সার্টডায়নামো কাহাকে বলে? কম্পাউণ্ড যন্ত্র হইতে উহার প্রভেদ কি?  
কম্পাউণ্ড করিবার উদ্দেশ্য কি?

(২) একটি আর্মেরটার মিনিটে ২০০০ পাক ঘুরিতেছে এবং কমিউটেটরে ৬০টি  
কোয়া আছে ও ব্রাসের বিস্তৃতি দুইটি কোয়ার বিস্তৃতির সমান। কতক্ষণ ব্যাপিয়া করিল  
সর্ট সার্কিট হইয়া থাকে? ১০০১সে:

(৩) উক্ত (২ নং) প্রশ্নে সর্ট সার্কিট থাকিবার কালে যদি বলরেরবার সংখ্যার  
পরিবর্তন পরিমাণ হয় ৪০০,০০০, তাহা হইলে কি ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়? ৪ ভোল্ট

(৪) কি উপায়ে ডায়নামো হইতে (১) একই দিকে সম পরিমাণ প্রবাহ (২)  
অন্টার্পেটিং কারেন্ট (৩) বিভিন্ন ভোল্টেজের সম পরিমাণ কারেন্ট (৪) একভাব  
ভোল্টেজের বে কোন পরিমাণ কারেন্ট, পাওয়া যায়?

(৫) ডায়নামোকে চালাইবার ও থামাইবার মুখে কি কি স্লিঙ্গ দৃষ্টি রাখা কর্তব্য?

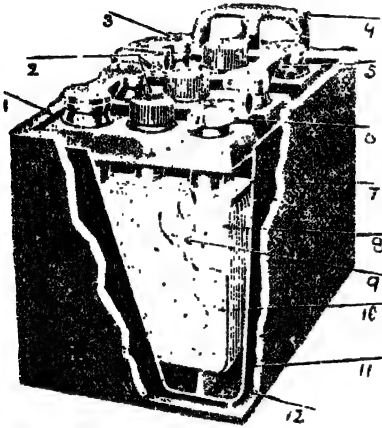
(৬) ডায়নামোতে প্রথমতঃ কোন্ কোন্ স্থানে সর্ট সার্কিট রোগ ঘটতে পারে?  
তাহা কিরূপ পরীক্ষার দ্বারা নির্ণিত হয়?

(৭) ডায়নামোতে "লীড" কাহাকে বলে? কি জন্ত প্রবাহ অনুযায়ী ব্রাসের  
স্থানকে পরিবর্তিত করিতে হয়? এমন কোন উপায় আছে কি যদ্বারা, বিভিন্ন পরিমাণের  
প্রবাহ হইলেও, ব্রাসের স্থানকে পরিবর্তন করিবার প্রয়োজন হয় না?

(৮) সিরিজ মোটরকে কি ভাবে ব্রেক (brake)এ পরিণত করা যায়?

## উনবিংশ পরিচয় ।

ষ্টোরেজ বা সেকেন্ডারী সেল বা আকুমুলে-  
টর ( Storage or Secondary cell or Accumulator ) :—



- ১। কাঠ বাস্ক—ব্যাটারির ।
- ২। এসিড ঢালিবার ছিপি(Plug),  
বায়ু চলাচলের ছিদ্রসহ ।
- ৩। (+) টার্মিনাল ।
- ৪। ছাণ্ডেল ।
- ৫। টপ কানেক্টর ( Top  
connector ) ।
- ৬। (-) টার্মিনাল ।
- ৭। এসিড লেভেল ।
- ৮। (+) প্লেট ।
- ৯। সেপারেটর ।
- ১০। (-) প্লেট ।
- ১১। রবার জার, এক একটিসেলের ।
- ১২। প্লেট দাঁড়াইবার রিজ(Ridge)।

চিত্র—৩৯০

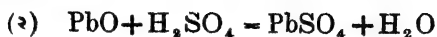
অনুমান ও আদিম প্রণালী :—জলের ভলটামিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে জল  
বিভ্লিষ্ট হইয়া  $H_2$  এবং  $O_2$  গ্যাসে পরিণত হইতে থাকে । এই কার্য ক্রিয়াকাল চলিবার  
পর প্রবাহ বন্ধ করিয়া প্রবাহদায়ক বস্তুটি বাদ দিয়া, ইলেক্ট্রোডদ্বয়কে তার দ্বারা সংযোগ  
করিলে দৃষ্ট হয়, ভলটামিটার সেলের গুণ প্রাপ্ত হইয়াছে—ঐ তারের মধ্য দিয়া ক্ষণকাল  
প্রবাহ বহে । ভলটামিটার দ্বারা ইহার ভোল্টেজ মাপা বাইতে পারে এবং অ্যুচকম্পাস  
দ্বারা এই প্রবাহের দিক নিরূপণ করিলে দৃষ্ট হয় যে, বাহিরে এনোড হইতে ক্যাথোডে,  
অতঃপর ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্যে ক্যাথোড হইতে এনোডে অর্থাৎ যেদিকে প্রবাহ বহমান  
হইয়াছিল তাহার বিপরীত দিকে প্রবাহ বহে । এই ঘটনার অনুমান, বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা  
কোন ইলেক্ট্রোলাইট ‘অয়ন’ অবস্থায় বিভ্লিষ্ট হইবার কালে বিভ্লিষ্ট আয়নগুলি আবহিক  
শক্তি সম্পন্ন হয় ও পুনর্স্থিতিত হইবার চেষ্টা করে, এইরূপে তাহারা বিপরীত দিকে  
ই, এম, এক, উৎপন্ন করে, ইহাকে ইলেক্ট্রোলিসিসের ব্যাক ই, এম, এক, বলে । ব্যাক  
ই, এম, এক, ইলেক্ট্রোলাইটের উপর নির্ভর করে এবং  $E = \frac{HJZ}{\gamma}$  ভোল্ট এই সম্বন্ধ

হইতে পাওয়া যায়,—ইহাতে  $E$  = ব্যাক ই, এম, এক,  $H = 1$  গ্রাম আয়ন অপর আয়নের সহিত সংমিশ্রণে উৎপন্ন উত্তাপ পরিমাণ,  $J$  = তাপের মেকানিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বা একক তাপ অনুযায়ী কার্য পরিমাণ =  $8.2 \times 10^7$  আর্গ,  $Z = C.G.S.$  বিদ্যুৎচুম্বক একক পরিমিত বিদ্যুৎ দ্বারা উৎপন্ন আয়ন পরিমাণ।

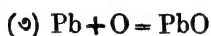
**সেকেণ্ডারী সেলের প্রণালী ৪—**উক্ত প্রণালী সেকেণ্ডারী সেলে ব্যবহৃত হয়। সালফিউরিক এসিড মিশ্রিত জলে (ওজন ১ ভাগ এসিড ও ১০ ভাগ জল) দুইটি সীসক পাতকে ইলেক্ট্রোডরূপে ব্যবহৃত করিয়া প্রবাহ বহাইলে ইহাকে চার্জ করা বলে। + পাতে অক্সিজেন ও - পাতে হাইড্রোজেন নিঃসৃত হয়। ইহাতে + পাতের গাত্র ঘোর পাটখিলে রঙ্গের লেড পারঅক্সাইড ( $PbO_2$ )এ পরিণত হয় ও - পাতের হাইড্রোজেন, বৃদবৃদ আকারে, ভাসিয়া উঠে, স্ততরাং - পাত অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে। এখন প্রবাহ বন্ধ করিয়া পাতদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তারের মধ্য দিয়া + পাত হইতে - পাতে অর্থাৎ তরল পদার্থের মধ্যে - পাত হইতে + পাতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং এষ্ট সংযোজন ভোল্টমিটারের মধ্য দিয়া করিলে ইহাতে প্রায় ২ ভোল্ট দর্শিত হইবে। এই প্রবাহ কিয়ৎকাল বহিয়া ক্রমশঃ বন্ধ হইয়া যাইবে, ইহাকে ডিসচার্জ হওয়া বলে। এখন পাতদ্বয়কে পরীক্ষা করিলে দৃষ্ট হইবে + পাতে পারঅক্সাইড নাই, উভয় পাতেই লেড সালফেট ( $PbSO_4$ ) ও সামান্য পরিমাণ 'লিথার্জ' বা লেড মন-অক্সাইড ( $PbO$ ) হইয়াছে। ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া বন্ধ করিলে রাসায়নিক ক্রিয়া বিপরীত দিকে ঘটবার চেষ্টা করে এবং পাতদ্বয় তার দ্বারা সংযুক্ত থাকায় + পাতের উপর হাইড্রোজেন ও - পাতের উপর অক্সিজেন গ্যাস নিঃসৃত হয়। হাইড্রোজেন + চার্জবিশিষ্ট ও অক্সিজেন-চার্জবিশিষ্ট বলিয়া উক্ত বিপরীত রাসায়নিক ক্রিয়ার সময় প্রাইমারী সেলের মত প্রবাহ পাওয়া যায়। + পাতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ( $PbO_2$ )কে রিডিউস করিয়া মন-অক্সাইডে পরিণত করে;—



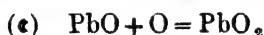
এবং যেহেতু  $\text{H}_2 \text{ SO}_4$  এর সম্মুখানে  $\text{PbO}$  দাঁড়াইতে পারে না, ইহার অধিকাংশ  $\text{Pb SO}_4$  হইয়া যায় ;—



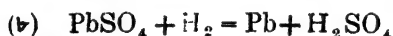
— পাতে নবনিঃসৃত (Nascent) অক্সিজেন  $\text{PbO}$  উৎপন্ন করে ;—



(৪) । পরে (২) এর দ্বারা  $\text{PbO}$  হইতে  $\text{PbSO}_4$  ও জল প্রস্তুত হয় এই নিমিত্ত উভয় পাতেই  $\text{PbSO}_4$  ও অল্প পরিমাণ  $\text{PbO}$  দৃষ্ট হয় । এখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা চলে । চার্জ করিবার সময় + পাতে অক্সিজেন  $\text{PbO}$  এবং  $\text{PbSO}_4$  কে  $\text{PbO}_2$ তে পরিণত করে, যথা—



— পাতে হাইড্রোজেন  $\text{PbO}$  এবং  $\text{PbSO}_4$  কে  $\text{Pb}$ তে পরিণত করে, যথা,—



ইহা হইতে দৃষ্ট হয় চার্জ করিবার সময় (৬) ও (৮) ক্রিয়া দ্বারা ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব বর্দ্ধিত হয় ও ডিসচার্জ হইবার সময় (১) (২) ও (৪) ক্রিয়া দ্বারা ইহা হ্রাস পায় । এইজন্য ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব হইতে সেলের অবস্থা নির্দ্ধারিত হয় । সম্পূর্ণ চার্জ হইলে আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২০৫—১.২১৫ ও ডিসচার্জ হইলে ১.১৭—১.১৯ হয় । আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপের জন্য হাইড্রোমিটার বা ব্যাটারি ‘টেস্টার’ ব্যবহৃত হয়, চিত্র ৪০.৩ দ্রষ্টব্য ।

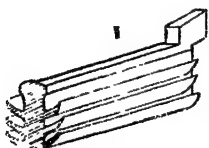
সেকেণ্ডারী সেল, টোরেজ সেল বা আকুমুলেটরের এই আত্মমানিক প্রণালী হইতে দৃষ্ট হয় বস্তুতঃ ইহার মধ্যে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হয় না,

পরন্তু বৈদ্যুতিক শক্তিকে আবস্থিক রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করা হয়, পরে এই রাসায়নিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়।

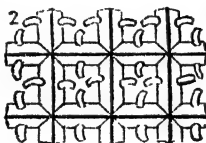
সেলের আয়ুর্বৃদ্ধি :—+ পাতের গাত্রে উৎপন্ন  $PbO_2$  এর পরিমাণ অতি অল্প বলিয়া উল্লিখিত ভাবে প্রস্তুত সেলের স্থায়িত্ব অতি অল্প।

সেলের আয়ু নিম্নলিখিত ভাবে পূর্বে পরিবর্দ্ধিত হইত :—চার্জ করিবার সময় কিয়ৎকাল প্রবাহ বহিলে যখন এনোডের গাত্র  $PbO_2$  এর পাতলা স্তর দ্বারা আবৃত হয়, তখন প্রবাহের দিক বিপরীত করিয়া দেওয়া হয় অর্থাৎ এনোডকে ক্যাথোডে ও ক্যাথোডকে এনোডে পরিণত করা হয়। এখন নব এনোড  $O_2$  সাহায্যে  $PbO_2$  এর পাতলা স্তর দ্বারা আবৃত হয় এবং  $PbO_2$  আবৃত নব ক্যাথোডে  $H_2$  নিঃসৃত হওয়ায়  $PbO_2$  রিডিউসড হইয়া ধাতব Pb তে পরিণত হয়। ইহার অবস্থা অনেকটা স্পঞ্জের মত হয়, সুতরাং পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হয়। প্রবাহকে আবার বিপরীত করিয়া দিলে স্পঞ্জ সীসা আবৃত পাতে  $O_2$  নিঃসৃত হওয়ায় উহার স্পঞ্জের মত সীসা অক্সিডে  $PbO_2$  তে পরিণত হয়, অধিকন্তু নূতন সীসার খানিকটা স্তর  $PbO_2$  তে পরিণত হয় এবং  $PbO_2$  আবৃত পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হয়। এইভাবে প্রবাহের দিক ক্রমান্বয়ে বিপরীত করিয়া দিলে একটি পাতে  $PbO_2$  এর পুরু স্তর ও অপর পাতে স্পঞ্জ সীসার পুরু স্তর পাওয়া যায়। এখন  $PbO_2$  এর পরিমাণে অধিককাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দিতে সক্ষম হয়, অধিকন্তু অপর পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হওয়ায় উহার বিস্ফুটি অধিক সুতরাং আভ্যন্তরিক বাধা অল্প হইবে। যাহাতে পাতগুলি কুপন্ন হয় ও অক্সিডে রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত হয়, তজ্জন্য চার্জ করিবার পূর্বে উহা-দিগকে কিছুক্ষণ ষ্টীমে রাখিয়া নাইট্রিক এসিড মিশ্রিত গরম জলে কয়েক-ঘণ্টা ডুবাইয়া রাখিতে হয়। উল্লিখিত ভাবে পাত প্রস্তুত পদ্ধতি ইহার প্রবর্তক ‘প্ল্যান্টি’ (Planté) নাম অনুসারে পরিচিত।

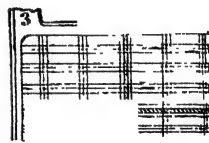
আধুনিক পাত গঠন :—আজকাল অনবরত প্রবাহের দিক বদলাইয়া পাত প্রস্তুত হয় না, 'ফর' ( Faure ) প্রবর্তিত পদ্ধতি অনুযায়ী পাতগুলিতে, চার্জ করিবার পূর্বে, রেডলেড্ (  $Pb_3O_4$  ) কে সালফিউরিক এসিডে কদমাকারে মাখিয়া পাতের উপর লাগান হয়। অনেক স্থলে কেবলমাত্র+পাতে ঐ পদার্থ লাগান হয়,—পাতে সালফিউরিক এসিডে কদমাকারে মাখা 'লিথার্জ' (  $PbO$  ) ব্যবহৃত হয়। ইহাদিগকে পেটেড প্লেট বা পাত বলে, ৩৯০ চিত্র। এই কদমাকার পদার্থ পাতের গাত্রে আবদ্ধ থাকিবার জন্য পাতগুলি "শিরতোলা" বা "খাঁজকাটা" প্রভৃতি আকারের হয়। কয়েক প্রকার পাতের কাঠাম ৩৯১-৩৯৩ চিত্রে প্রদত্ত হইল। কোন কোন সেলে প্র্যাণ্ডি+পাত ও পেটেড-পাত ব্যবহৃত হয়।



চিত্র—৩৯১

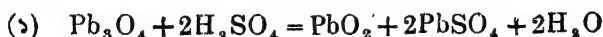


চিত্র—৩৯২



চিত্র—৩৯৩

পেটেড পাতের রাসায়নিক ক্রিয়া :—(ক) চার্জ করিবার পূর্বে— $Pb_3O_4$  ব্যবহার করিলে, এসিডে ডুবাইলে  $PbO_2$  এবং  $PbSO_4$  হয়, যথা—



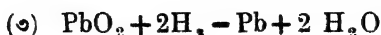
সুতরাং + ও - উভয় পাতেই পারঅক্সাইড ও সালফেট থাকে।

(খ) চার্জ করিবার সময়, পজিটিভ পাতে অক্সিজেন সাল্ফেটকে পার অক্সাইডে পরিণত করে, যথা,—



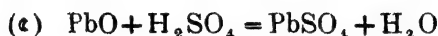
—পাতে হাইড্রোজেন (  $H_2$  )  $PbO_2$  ও  $PbSO_4$  কে রিডিউস করিয়া স্পঞ্জ সীসকে পরিণত করে, যথা—





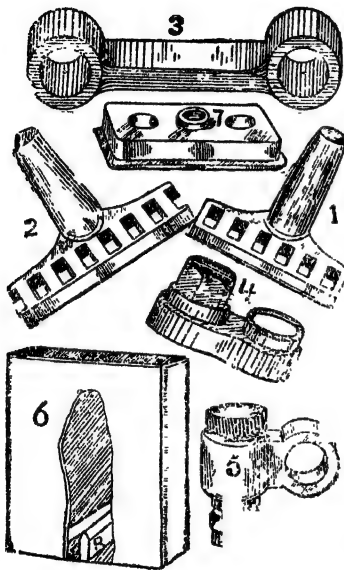
এইরূপে চার্জ করিবার পরে পূর্বের ত্রায়+পাতে  $\text{PbO}_2$  ও -পাতে স্পঞ্জ Pb পাওয়া যায় এবং (২) ও (৪) ক্রিয়া দ্বারা  $\text{H}_2\text{SO}_4$  প্রস্তুত হওয়ায় চার্জ করিবার কালে ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব বৃদ্ধি হয়।

(গ) ডিসচার্জ কালীন রাসায়নিক ক্রিয়া পূর্বের ত্রায়। -পাতে PbO ব্যবহার করিলে চার্জ করিবার পূর্বেই এসিডে ডুবাইলে  $\text{PbSO}_4$  প্রস্তুত হয়, যথা—



পরে পূর্বের ত্রায় রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে। সেলের কেপাসিটি আমপেয়ার-আওয়ার দ্বারা পরিমিত হয়—অর্থাৎ সেল হইতে প্রাপ্তব্য আমপেয়ার হিসাবে পরিমিত প্রবাহকে, উহা যত ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া ঐ প্রবাহ দিতে সক্ষম তদ্বারা গুণ করিলে যে গুণফল ( আমপেয়ার  $\times$  ঘণ্টা ) হয় তদ্বারা পরিমিত হয়। কোন সেল বা ব্যাটারি হইতে সর্বাপেক্ষা অধিক যে পরিমাণ প্রবাহ লওয়া যাইতে পারে ( Maximum Discharge Current ) তাহা সেলের গাত্র প্রস্তুতকারক দ্বারা লেখা থাকে। কোন সেলের গরিষ্ঠ প্রবাহ দিবার ক্ষমতা ১০ আমপেয়ার ও উহার কেপাসিটি ১২০ আম্প-আওয়ার হইলে, উহা ১০ আম্প হিসাবে ১২ ঘণ্টা বা ৫ আম্প হিসাবে ২০ ঘণ্টা, বা ৩ আম্প হিসাবে ৪০ ঘণ্টা কাল প্রবাহ দিতে পারে। কিন্তু গরিষ্ঠ প্রবাহ অপেক্ষা অধিক প্রবাহ লইলে দৃষ্ট হইবে, উহার কেপাসিটি কিছু কম, যথা—উহা হইতে ২০ আম্প হিসাবে প্রবাহ লইলে দৃষ্ট হইবে উহা ৬ ঘণ্টা স্থায়ী হইবে না, প্রায় ৫ ঘণ্টা প্রবাহ দিবে, ৩০ আম্প হিসাব মোট ৩ ঘণ্টা প্রবাহ দিবে। সেলের কেপাসিটি উহার পাতের পরিমাপ বা সাইজ ও তাহাদের প্রস্তুতি বা 'ফর্মেশান' ( Formation ) এর উপর নির্ভর করে।

কেপাসিটি বাড়াইবার জন্ম পাতের বিস্তৃতি অধিক করিতে হইলে বড় পাত ব্যবহার না করিয়া, কণ্ডেনসার প্রস্তুতের জায়, স্থান ও পদার্থ পরিমাণ সঙ্কুলানের নিমিত্ত ছোট ছোট পাত প্যারালালে সংযুক্ত করিয়া



চিত্র—৩২৪—৪০০

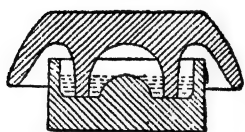
ব্যবহার হয়, চিত্র ১০২, ১১০ দেখিলে ইহা বুঝিতে পারা যায়। একপ সাজানতে প্রত্যেক পাতদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান অল্প হওয়ায় আভ্যন্তরিক বাধা অল্প হয়, এবং যাহাতে পাতগুলি পরস্পরের সহিত স্পর্শ করিয়া সর্ট সার্কিট না ঘটায়, তজ্জন্ম প্রত্যেক পাতদ্বয়ের অন্তরী সেপারেটর (২ চিত্র ৩২০) ব্যবহৃত হয়। ছিদ্র বিশিষ্ট এবনাইট বা সেলুলয়েড পাত, লবনাক্ত পদার্থ রহিত কাষ্ঠ বা ফাইবার পাত (Fibre) বা কাঁচের তুলা (Glass Wool) প্রভৃতি কুপ-ময় অপরিচালক পদার্থ দ্বারা সেপারেটর প্রস্তুত হয় এবং ইহাদের

আকৃতি সেলের পাত অপেক্ষা কিছু বড় হওয়া প্রয়োজন।

**সেল গঠনে প্রয়োজনীয় অপরাপন দ্রব্য:—**  
সেলের এসিড মিশ্রিত জল, পাত, প্রভৃতি ধারণ করিবার নিমিত্ত একটি বাস্কের প্রয়োজন হয়। বাস্কটি একরূপ পদার্থে নির্মিত যেন এসিড দ্বারা ক্ষতি গ্রস্ত না হয়। এই বাস্ক সীসা, কাঁচ, রবার, সেলুলয়েড বা এবনাইট নির্মিত হয়। ব্যবহার দ্বারা সেলের পাত ক্রমশঃ ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকিলে, পাত হইতে ক্রমশঃ পেট খমিয়া বাস্কের তলদেশে জমে এবং যাহাতে

পাতগুলির মধ্যে সর্ট-সার্কিট না ঘটে তজ্জগৎ তলদেশে খাড়া শির তোলা থাকে, চিত্র ৩৯০। পাতগুলি ঐ শিরের উপর দণ্ডায়মান থাকে, এবং পাত হইতে খসিয়া যাওয়া পেষ্ট শিরের খাঁজের মধ্যে থাকে। ইহা ব্যতীত বাস্কে একটি ঢাকনা ও পাতগুলির সংযোজক টার্মিনাল প্রভৃতি প্রয়োজন হয়, চিত্র ৩৯৪-৪০০ দ্রষ্টব্য।

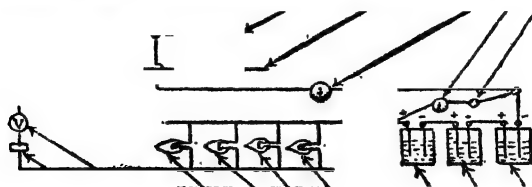
### আকুমুলেটোর সংক্রান্ত জ্ঞাতব্য বিষয়:—



আকুমুলেটোর শুষ্ক স্থানে ইনসুলেটোরের উপর রাখিতে হয়। অধিক কেপাসিটি বিশিষ্ট হইলে গ্লাস-অয়েল ইনসুলেটোরের (চিত্র ৪০১) উপর রাখিতে হয়।

চিত্র—৪০১ নূতন ব্যাটারিতে এসিড দিবামাত্রই চার্জ করিতে হইবে, নচেৎ কঠিন লেড সালফেট প্রস্তুত হইয়া ব্যাটারির পারকতা ও আয়ু ক্ষয় করে। নিম্নলিখ এসিড (আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২) ব্যবহার করিতে হয়, তাহা যেন প্লেট ছাড়াইয়া ২ ইঞ্চি উপর পর্য্যন্ত থাকে।

যে ডায়নামো হইতে ব্যাটারি চার্জ হইবে তাহা যেন সিরিজ ডায়নামো না হয়; পৃথক উত্তেজিত বা সার্ভ ডায়নামো ব্যবহার করিতে হয়, অথবা কপাউণ্ড হইলে সিরিজ রাজ্যকয়েলকে বাদ দিতে হয়। প্রতি সেলের



চিত্র—৪০২

জন্ম ২'৬—২'৭৫ চার্জিং ভোল্ট প্রয়োজন হয়। চার্জ করিতে হইলে ডায়নামো বা লাইনের+তার ব্যাটারির+পোলের সহিত ও-তার, -পোলের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়। ৪০২ চিত্রে চার্জিং পদ্ধতি দর্শিত হইল।

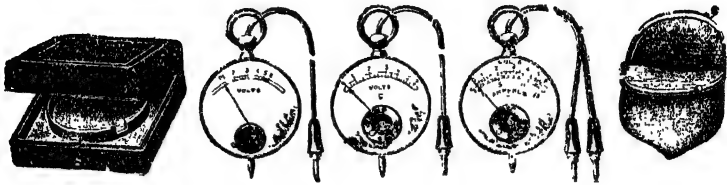
পাটখিলে রংএর প্লেটগুলি যে পোলের সহিত সংযুক্ত তাহা +পোল ও ধূসর বর্ণের প্লেটগুলি যাহার সহিত সংযুক্ত তাহা —পোল। পোল নিরূপণ করিতে হইলে পোলদ্বয় হইতে দুইটি তার লইয়া লবণাক্ত জলে নিমগ্ন করিলে, যে তারে গ্যাস বুদবুদ ( হাইড্রোজেন ) জন্মিতে দৃষ্ট হইবে তাহা — পোল। ব্যাটারির বেলায় এই পরীক্ষার্থে ব্যাটারির অন্ততঃ কিছু চার্জ থাকা প্রয়োজন এবং ব্যাটারি ডিসচার্জড্ হইয়া গেলেও এরূপ সামান্য চার্জ থাকে। অথবা মেরু নিরূপক কাগজ ( Pole Finding paper) দ্বারাও ইহা নিরূপিত হইতে পারে। ব্যাটারি চার্জ করিবার সময় সম্পূর্ণ চার্জ করিতে হয়। সম্পূর্ণ চার্জ হইলে ইলেক্ট্রোলাইট ঘোলা হয়, উভয় প্লেট হইতে প্রচুর গ্যাস নির্গত হয় ও ফেনা হইয়া ফুটিবার মত হয়, এবং ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব আর পরিবৰ্দ্ধিত হইতে থাকে না, প্রায় ১.২ হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব দেখিবার জন্য ‘হাইড্রোমিটার,



৪০৩ চিত্র ব্যবহার হয়, ইহার গঠন ও ব্যবহার বিধি ‘মোটর শিক্ষকে’ দ্রষ্টব্য। ডায়নামো হইতে চার্জ করিতে থাকিলে, চার্জ হইয়া গেলে, আগে ব্যাটারিকে স্বেচ্ছ দ্বারা বিযুক্ত করিয়া পরে ডায়নামোকে থামাইতে হয়। ব্যাটারির : প্রস্তুতকারক যে সর্বাপেক্ষা অধিক প্রবাহ নির্দ্ধারিত করিয়া দেয়, তদপেক্ষা অধিক প্রবাহ উহা হইতে লইতে নাই। তাহাতে অত্যধিক প্রবাহ জনিত অত্যধিক উত্তাপে প্লেটের সীসা ও পেটের অসমান বিস্ফারণ হেতু বক্রতা প্রাপ্তিতে পেট খসিয়া যায় এবং প্রবল রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারাও পেট খসিয়া যায় ও কঠিন সালফেট প্রস্তুত হয়। এই কারণ ব্যাটারির পোলদ্বয়কে সর্ট সার্কিট করিতে নাই। ব্যাটারির সহিত

চিত্র—৪০৩ সর্বাপেক্ষা অধিক প্রবাহ লেখা না থাকিলে, মোটামুটি (+) পাতের গাত্রে প্রতি ১২ বর্গইঞ্চিতে ১ অ্যাম্প প্রবাহ ধরা যাইতে পারে।

সাধারণ অবস্থায় ১'৮৫ ভোল্টেজের নিম্নে ব্যাটারিকে আর ব্যবহার করিতে নাই ; তবে ১ ঘণ্টায় ডিসচার্জ হইয়া যায় এরূপ প্রবাহ লইতে থাকিলে ১'৭৫ ভোল্টেও উহাকে ব্যবহার করা চলে। ব্যাটারির ই, এম, এফ, ও



৪০৪—৪০৮

প্রবাহ মারিবার জন্ত ভোল্টমিটার ও অম্মিটার ব্যবহৃত হয়, ৪০৪—৪০৮ চিত্রে পকেট সেট ভোল্টমিটার, অম্মিটার ও তাহাদের বাক্স দর্শিত হইয়াছে। ব্যাটারিকে সর্বদা চার্জড অবস্থায় রাখিতে হয়, নচেৎ কঠিন সালফেট প্রস্তুত হয়। এইজন্য ব্যাটারিকে ফেলিয়া রাখিতে হইলে উহাকে একটু একটু সাময়িক চার্জ দিতে হয়। ব্যাটারির ইলেক্ট্রোলাইটের জল মরিয়া গেলে নির্মূল জল যোগ করিয়া আপেক্ষিক গুরুত্ব বজায় রাখিতে হয়। এবং গ্যাস নির্গমের ছিদ্র পথটি সাফ রাখিতে হয়, নচেৎ বন্ধ হইয়া



চিত্র—৪০৯



চিত্র—৪১০

গেলে উহার বাক্স ফাটিয়া যায়। ডায়নামোর প্রবাহ দানের ক্ষমতার একটি সীমা থাকে, কোন ডায়নামোর পক্ষে তাহার ঐ সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নহে, কিন্তু আকুমুলেটর হইতে যে কোন পরিমাণ

প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে—তবে অত্যধিক প্রবাহ হইলে ব্যাটারিটি

নিজেই খারাপ হইয়া যাইবে, তত্রাচ প্রবাহ দানে অক্ষম হইবে না।



চিত্র—৪১১



চিত্র—৪১২

এই নিমিত্ত ব্যাটারির প্রস্তুত কারক উহা হইতে সর্বাপেক্ষা অধিক কি পরিমাণ প্রবাহ লওয়া চলিতে পারে তাহা সচ-রাচর উল্লেখ করিয়া দেন, এই প্রবাহকে “গরিষ্ঠ প্রবাহ” (Maximum

discharge current) বলে। গরিষ্ঠ প্রবাহ ব্যাটারির পাতগুলির গঠন, বিস্তৃতি, পরিমাপ ও সংখ্যার উপর নির্ভর করে।

ব্যাটারির ক্ষমতা আম্পায়ার-ঘণ্টা (ampere-hour) দ্বারা পরিমিত হয়। কোন ব্যাটারির ক্ষমতা ২৪০ আম্প-ঘণ্টা ও গরিষ্ঠ প্রবাহ ৪০ আম্প হইলে, ৪০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইতে থাকিলে উহা খারাপ হইবে না। এবং হিসাব মত ৬ ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দিতে পারা উচিত বটে, কিন্তু দৃষ্ট হইবে হয়ত ৫ ঘণ্টা ৫০ মিনিট কাল ঐ ভাবে প্রবাহ দিতে পারে। অর্থাৎ ঐরূপ অধিক প্রবাহ লইতে থাকিলে দেখা যায় ব্যাটারির ক্ষমতা কম হয়। কিন্তু যদি ২০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইতে থাকা যায় তাহা হইলে হিসাব মত ১২ ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দেয়। আবার যদি আরও অল্প পরিমাণে প্রবাহ লইতে থাকা যায়, তাহা হইলে দৃষ্ট হয়। উদাহর ক্ষমতা ২৪০ আম্প-ঘণ্টা অপেক্ষা অধিক যথা, ১০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইলে হিসাব মত ২৪ ঘণ্টা কাল প্রবাহ দেওয়া উচিত, কিন্তু কার্যতঃ দৃষ্ট হইবে, হয়ত ২৭ ঘণ্টা কাল ঐরূপ প্রবাহ দিবে, অর্থাৎ ক্ষমতা প্রায় ২৭০ আম্প-ঘণ্টা দাঁড়াইতেছে। প্রবাহ আরও কম লইতে থাকিলে দৃষ্ট হইবে ক্ষমতা আরও অধিক,

যথা, ৫ আম্প করিয়া প্রায় ৫৮ ঘণ্টা কাল প্রবাহ দিবে—অর্থাৎ ক্ষমতা প্রায় ২৯০ আম্প-ঘণ্টা দৃষ্ট হইবে। ইহা ৪০৯ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

**ব্যাটারির পারকতা (Efficiency) :**—উক্ত ব্যাটারিকে চার্জ করিতে হইলে দৃষ্ট হইবে প্রায় ৩০০ আম্প-ঘণ্টা প্রয়োজন হয়, কিন্তু উহা হইতে মোটে ২৪০ আম্প-ঘণ্টা পাওয়া যায়—অর্থাৎ উহার পারকতা প্রায় ৮০%।

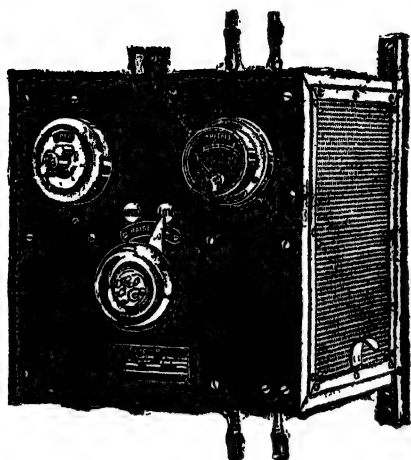
দুই ভোল্ট ব্যাটারির ই, এম, এফ, ১'৮ ভোল্টে নামিয়া আসিলে বৃদ্ধিতে হইবে ব্যাটারি ডিসচার্জড হইয়া গিয়াছে অর্থাৎ উহা হইতে আর প্রবাহ লওয়া উচিত নহে। ইহার পরেও প্রবাহ লইলে ই, এম, এফ, দ্রুত শূন্যে পরিণত হয় এবং পাতগুলিতে অত্যধিক সালফেট ( $PbSO_4$ ) প্রস্তুত হয়—তখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা কষ্টসাধ্যক। সেইজন্য ই, এম, এফ, ১'৮ ভোল্টে পরিণত হইলে ব্যাটারিকে যত শীঘ্র সম্ভব পুনরায় চার্জ করিতে হয়। চার্জ করিবার কালে ইহার ই, এম, এফ, অতি দ্রুত প্রায় ২ ভোল্টে পরিণত হয় এবং কয়েক ঘণ্টা কাল (পূর্ণ চার্জ না হওয়া পর্য্যন্ত) এই ই, এম, এফ, প্রায় সম ভাব থাকে, পরে যখন প্রায় সম্পূর্ণভাবে চার্জ হইয়া আসে, তখন ই, এম, এফ, দ্রুত বাড়িয়া ২'৪ ভোল্টে পরিণত হয়। চার্জ করিবার কালে ই, এম, এফ, এর এরূপ পরিবর্তন ৪১০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ব্যাটারিকে চার্জ করা শেষ হইবার মুখে ই, এম, এফ, যখন ২'৪ ভোল্টে পরিণত হয় তখন সঙ্গে সঙ্গে গ্যাস নির্গত হইতে থাকে এবং তরল পদার্থ (এসিড মিশ্রিত জল) ফুটিবার আকার ধারণ করে। ই, এম, এফ, ২ ভোল্ট হইতে দ্রুত ২'০ ভোল্টে পরিণত হইবার কারণ পাতের কূপগুলির মধ্যে  $H_2SO_4$  উৎপন্ন হইয়া ঐ স্থানে এসিডের গাঢ়তা বৃদ্ধি হয়। ব্যাটারিকে কিয়ৎকাল ফেলিয়া রাখিলে ঐ গাঢ় এসিড ক্রমশঃ কূপ মধ্য হইতে নির্গত হইয়া সমস্ত তরল

পদার্থের মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে, তখন প্রেট সন্নিহিত এসিডের গাঢ়তা কমিয়া যায় ও ই, এম, এফ, ২ ভোল্টে পরিণত হয়। সুতরাং ব্যাটারিকে চার্জ করা শেষ হইবার সঙ্গে সঙ্গেই যদি উহাকে ডিসচার্জ করাইতে থাকা যায়, তাহা হইলে ৪১১ চিত্রে দর্শিত-ভাবে উহার ই, এম, এফ, ২'৪ ভোল্ট হইতে দ্রুত পতিত হইয়া ২ অপেক্ষা সামান্য অধিক ভোল্টে পরিণত হয় ও তখন অনেকগুলি পর্য্যন্ত ই, এম, এফ, সম্ভাব থাকিয়া (এই ই, এম, এফ, কে মোটামুটি ২ ভোল্ট ধরা যায়) ২ ভোল্ট অপেক্ষা কিছু কম হইলে অপেক্ষাকৃত অধিক হারে কমিয়া ১'৮ ভোল্টে পরিণত হয়। এই অবস্থায় ব্যাটারিকে পুনরায় চার্জ করিতে হয়। আর যদি ব্যাটারিকে চার্জ করিবার পর ঘণ্টা কয়েক ফেলিয়া রাখা যায় ও তৎপরে উহাকে ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে ৪১২ চিত্রে দর্শিতভাবে, প্রথম হইতেই উহার ই, এম, এফ, ২ অপেক্ষা সামান্য অধিক ভোল্ট (মোটামুটি ২ ভোল্ট) দৃষ্ট হয় এবং এই ই, এম, এফ, অনেকগুলি বজায় থাকে, অর্থাৎ অতি অল্প হারে কমিতে থাকে; এবং ই, এম, এফ, ২ অপেক্ষা কিছু কম ভোল্টে পরিণত হইলে—পূর্বের ত্রায় অপেক্ষাকৃত অধিক হারে কমিয়া ১'৮ ভোল্টে পরিণত হয়—তখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা বিধেয়। ১'৮ ভোল্টের পরেও ব্যাটারিকে ব্যবহার করিতে যাইলে ই, এম, এফ, অতি দ্রুত হ্রাস হইয়া শূন্যে পরিণত হয়।

**অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা ব্যাটারি চার্জিং**—আজকাল দেখিতে পাওয়া যায় অধিকাংশ বড় বড় সহরে ডাইরেক্ট কারেন্ট সাপ্লাই না হইয়া অল্টারনেটিং কারেন্ট সাপ্লাই হইতেছে। অতএব এই সকল স্থানে সারারণ ভাবে ব্যাটারি চার্জ করা সম্ভবপব নহে। এইরূপ স্থলে আমাদের একটি এলুমিনিয়াম রেজিস্টার ব্যাটারির সহিত সিরিজে দিয়া কার্য সাধন করা কর্তব্য। ঐ রেজিস্টার



ফায়ারে চারিটি সেল আছে। প্রত্যেক সেলে একটি করিয়া সীসার পাত



ও একটি করিয়া এলুমিনিয়াম রড, এলুমিনিয়াম-ফসফেট (Aluminium Phosphate) সলিউ-সনে নিমজ্জিত আছে। এলুমিনিয়ামের আশ্চর্য্য ধর্ম্মানুসারে ঐ ব্যাটারি যেন ইলেক্ট্রিক ভোল্টের কার্য্য করে। ঐ সেল কারেন্টকে এক দিক হইতে অপর দিকে বাইতে দেয় কিন্তু যখন

চিত্র—৪১৩

কারেন্টের গতি পরিবর্তন হয় তখন তাহার গতিরোধ করে। অতএব কারেন্টের গতি এক দিক হইতে ঠিক ডাইরেক্ট-কারেন্টের ত্রায় কাধ্য করিয়া ব্যাটারি চার্জ করে। ঐ রেজিস্টারের সহজেই প্রস্তুত করিতে পারা যায় এবং সাধারণ প্রাইমারী ব্যাটারির ত্রায় তিন চারি মাস অন্তর এলুমিনিয়াম রডটা বদল করিতে হয়। এলুমিনিয়াম ফসফেট 'ডিষ্টিল্ড' জলে গুলিতে হয়। এই উপায়ে যদি ব্যাটারি চার্জ করা হইতে থাকে তবে কারেন্টের অর্দ্ধাংশ প্রায় নষ্ট হইয়া যায়। অধিক আকুমুলেটর চার্জ করিতে হইলে একটি অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর দ্বারা ডায়নামো চালাইলেই সুবিধা হয়। অধুনা ডাইরেক্ট এবং অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর-জেনারেটর এক সঙ্গেই প্রস্তুত হইতেছে, তাহাকে কনভার্টার (Converter) কহে। ঐ কনভার্টারের একদিকে স্লিপ রিং, অপর দিকে কমিউটেটর স্থাপিত হয়। স্লিপ রিংএর এক

দিকে অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে, কমিউটেটার হইতে ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যায়। কোন কোন স্থলে ‘মার্কারী ভেপার রেজি ফায়ার’ ব্যবহৃত হয়। ৪১৩ চিত্রে অপর একটি অবলম্বন দর্শিত হইল—ইহাকে ‘টাংগার ব্যাটারি চার্জার’ (Tungar Battery Charger) বলে। ইহা প্রাথমিকঃ তিনটি দ্রব্যে গঠিত—(১) একটি বা দুইটি বাব, (২) একটি ট্রান্সফর্মার এবং (৩) উহাদিগকে ধারণ করিবার জন্য একটি ষ্টিলের বাস্ক।

**বাস্ক:**—বাবটিকে ইনক্যাণ্ডিসেন্ট আলোকের বাবের তায় দেখিতে, ইহার ফিলামেন্টটি অল্প ভোল্টেজের উপযুক্ত। ঐ ফিলামেন্ট ক্যাথোডের কার্য করে এবং একটি, বা কোনস্থলে দুইটি, কার্বন, এনোডের কার্য করে। বাবটী অতি নির্মল আর্গন (Argon) গ্যাস \* পূর্ণ। ফিলামেন্টটিতে শক্তিদান করিলে ইলেকট্রোডয়ের অন্তর্য এই গ্যাসপূর্ণ স্থান অল্পবাবাংশিষ্ট বৈদ্যুতিক ভাস্কের তায় কার্য করে, কেবলমাত্র একদিকে—এনোড হইতে ক্যাথোডে—প্রবাহকে বহিতে দেয়। এই ভাবে ইহা হইতে একদিকে বহমান বা ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যায়।

**ট্রান্সফর্মার:**—ইহার দ্বারা তিনটি কার্য সাধিত হয়, (১) ব্যাটারিতে যেসকল ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, অলটার্ণেটিং কারেন্টের ভোল্টেজকে তাহাতে পরিণত করে, (২) ইহা ফিলামেন্টকে উত্তেজিত করিবার একটি পৃথক উপায়, (৩) ইহা ব্যাটারিকে সরবরাহ প্রবাহ হইতে রোধিত করিয়া রাখে। বৈদ্যুতিক অংশটি ষ্টিলের বাস্কটির মধ্যে থাকে।

**ব্যাটারি চার্জ করিবার পদ্ধতি (charging the battery):**—আকুমুলেটার চার্জ করিবার সময় প্রথমে দেখিতে হইবে কতটা প্রবাহ দ্বারা কতকাল চার্জ করিতে হইবে অর্থাৎ কি পরিমাণ প্রবাহ উহার মধ্য দিয়া কতকাল বহাইতে হইবে। ইহা ব্যাটারির চার্জিং

\* আর্গন একপ্রকার বায়বীয় এলিমেন্ট (element)। ইহা বায়ুতে দৃষ্ট হয়। বায়ুর প্রায় ১% এই গ্যাস।

কারেন্ট' (যে পরিমাণ প্রবাহ দ্বারা উহাকে চার্জ করিতে হইবে) ও উহার কেপাসিটি বা ক্ষমতা হইতে নির্ধারিত হয়। এই চার্জিং কারেন্ট ও কেপাসিটি প্রস্তুতকারক দ্বারা ব্যাটারি সহ উল্লেখিত হয়, যথা,—একটি ব্যাটারির চার্জিং কারেন্ট ৫ আম্প ও কেপাসিটি ২০০ আম্প-ঘণ্টা হইলে, যেহেতু আকুমুলেটরদিগের পারকতা বা 'এক্সিসিয়েন্সি' প্রায় ৮৫%, ২০০ আম্প-ঘণ্টা ব্যাটারির মধ্যে সঞ্চিত করিতে হইলে  $২০০ \div ৮৫ = ২৩৫$  আম্প-ঘণ্টা লাগিবে। অতএব ৫ আম্প প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিলে,  $২৩৫ \div ৫ = ৪৭$  ঘণ্টাকাল ব্যাপিয়া চার্জ করিতে হইবে অর্থাৎ প্রায় দুইদিন লাগিবে। বলা বাহুল্য চার্জিং কারেন্ট অপেক্ষা অধিক প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিলে আকুমুলেটর নষ্ট হইয়া যায়।

আকুমুলেটর চার্জ করিতে হইলে বাহির হইতে প্রবাহ উহার মধ্য দিয়া বহাইতে হয়, সুতরাং এই প্রবাহের ভোল্টেজ ব্যাটারির ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম হইলে চলিবে না। ডিসচার্জ হইয়া গেলে সেল প্রতি আকুমুলেটরের ই, এম, এফ, ১.৮ ভোল্ট হয়, অতএব চার্জ করিবার প্রথমাবস্থায় সেল প্রতি অন্ততঃ ১.৮ ভোল্ট প্রযুক্ত হইলে তবে ব্যাটারি চার্জ হইতে আরম্ভ হইবে। কিয়ৎ পরিমাণে চার্জ হইলেই সেল প্রতি ব্যাটারির ই, এম, এফ, গড়ে প্রায় ২ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন চার্জ করিবার নিমিত্ত সেল প্রতি ২ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হওয়া প্রয়োজন। চার্জ করা শেষ হইবার সময় সেল প্রতি ই, এম, এফ, প্রায় ২.২ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন সেল প্রতি ২.২ ভোল্ট চার্জ করিবার নিমিত্ত প্রয়োজন হয়।

সাধারণে যে সকল ব্যাটারি ব্যবহার করেন সেগুলি চার্জ করিতে হইলে, হয় কোন চার্জিং কোম্পানির নিকট হইতে চার্জ করিয়া লইতে হয়, আর যদি তাঁহারা বৈদ্যুতিক শক্তির গ্রাহক হন তাহা হইলে ইচ্ছা করিলে নিজেদের সাপ্লাই মেন হইতেও চার্জ করিয়া লইতে পারেন। এই চার্জ করিবার প্রণালী নিম্নে একটি উদাহরণ দ্বারা বর্ণিত হইল।

ধরা। বাউক যেন সাপ্রাই মেনের প্রেসার ২২০ ভোল্ট, চার্জিং কারেন্ট ৫ আম্প এবং ৪টি সেল বিশিষ্ট একটি ও ৩টি সেল বিশিষ্ট একটি, এই দুইটি আকুমুলেটোর চার্জ করিতে হইবে। একসঙ্গে চার্জ করা মনস্থ করিলে উহাদিগকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া লইতে হইবে, অর্থাৎ একটির (+) পোল অপারটির (-) পোলের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। তাহা হইলে একটির (-) ও, অপারটির (+) পোল অসংযুক্ত। যেহেতু চার্জ করিবার সময় আকুমুলেটোরের মধ্যে (+) পাত হইতে (-) পাতে প্রবাহ বহাইতে হইবে (অর্থাৎ আকুমুলেটোর হইতে প্রবাহ লইবার সময় উহার মধ্যে যে দিকে প্রবাহ বহে তাহার বিপরীত দিকে), অতএব (+) পোলকে (+) মেন'এর ও (-) পোলকে (-) মেন'এর সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, কিন্তু সোজা হুজি এরূপ সরল সংযোজন চলিবে না, কারণ ব্যাটারি দ্বয়ে মোট ৭টি সেল আছে, সুতরাং প্রথমাবস্থায় তাহাদের মোট ই,এম,এফ,  $= 1.8 \times 9 = 12.6$  ভোল্ট, অতএব প্রযুক্ত (লাইন হইতে) ২২০ ভোল্টের ১২.৬ ভোল্ট ব্যাটারির ই,এম,এফ, হেতু নষ্ট হয় ও বাকী ২০৭.৪ ভোল্ট ব্যাটারিতে প্রযুক্ত হয়, এবং যেহেতু ব্যাটারির আভ্যন্তরিক বাধা প্রযুক্ত ভোল্ট অনুযায়ী অধিক নহে, প্রবাহ অত্যন্ত অধিক হইবে ও ব্যাটারি খারাপ হইয়া যাইবে। এই নিমিত্ত ব্যাটারির সহিত এরূপ কোন বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিতে হইবে যাহাতে প্রবাহ ৫ আম্প অপেক্ষা অধিক না হয়। ২২০ ভোল্টের কার্বন ফিলামেন্ট বাতি (lamp) দ্বারা ঐ কার্য সুচারু ভাবে সাধিত হয়। তবে, একটি বাতি ব্যবহার করিলে প্রবাহ অতি অল্প হয় এই নিমিত্ত প্যারালল ভাবে সংযুক্ত এতগুলি বাতি ব্যবহার করিতে হয় যাহাতে ৫ আম্প প্রবাহ হইতে পারে। যথা,—১৬ ক্যাণ্ডেল পাওয়ার বাতি ব্যবহার করিলে—(যেহেতু ইহাদিগের প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে প্রায় ৩.৫ ওয়াট শক্তি প্রয়োজন হয়)—প্রত্যেক আলোর জন্য  $3.5 \text{ ওয়াট} \times 16 =$  প্রায় ৫৬ ওয়াট শক্তি প্রয়োজন হইবে। যেহেতু ওয়াট = আম্প  $\times$

ভোল্ট, কারেন্ট =  $৫৫ \div ২২০ = .২৫$  আম্প। সুতরাং ৫ আম্প প্রবাহ পাইতে হইলে  $৫ \div .২৫ = ২০$  টি আলোক প্যারাললে সংযুক্ত করিতে হইবে।

এই আলোকগুলির একটি টার্মিনাল ব্যাটারির (—) টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া, ব্যাটারির (+) টার্মিনাল লাইনের (+) মেন'এর সহিত ও আলোকের অপর টার্মিনাল (—) মেনের সহিত সংযুক্ত করিলেই ব্যাটারি যথারীতি চার্জ হইতে থাকিবে। বলা বাহুল্য সংযোজনাদি সুইচের মধ্য দিয়া করা হয়।

দ্রষ্টব্য :—চার্জ করিবার প্রথমাবস্থায় ব্যাটারি দ্বয় দ্বারা লাইনের চাপের বিরুদ্ধে প্রায় ১২ ইঞ্চি ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয়, সুতরাং ব্যাটারির মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে লাইনের ভোল্টেজ কমিয়া (২২০—১২ ইঞ্চি) ভোল্ট = ২০৭ ইঞ্চি ভোল্ট হয় এবং আলোক গুলিতে এই ২০৭ ইঞ্চি ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হয়। কিন্তু যেহেতু উহার ২২০ ভোল্টের উপযোগী, এই কিয়দল চাপ হেতু উহাদের জ্যোতিঃ কিছু হ্রাস হইবে। পরে ব্যাটারি কিছু চার্জ হইলে ব্যাটারি দ্বয় দ্বারা  $৭ \times ২ = ১৪$  ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয়, সুতরাং আলোকগুলিতে  $২২০ - ১৪ = ২০৬$  ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হয় ও উহাদের জ্যোতিঃ অপেক্ষাকৃত হ্রাস পায়। এবং পূর্ণ মাত্রায় চার্জ হইয়া আসিলে ব্যাটারি দ্বয় হইতে  $২২ \times ৭ = ১৫৪$  ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয় ও আলোক তখন  $২২০ - ১৫৪ = ৬৪$  ভোল্ট চাপ প্রাপ্ত হয়। সুতরাং জ্যোতিঃ আরও কমিয়া যায়। সেলের সংখ্যা অধিক হইলে আলোকের প্রাপ্ত চাপ এরূপ কমিয়া যাইতে পারে যে হয়ত উহার মিটমিট করিয়া জ্বলিবে বা আদৌ জ্বলিবে না।

এখন দেখা বাউক কত কাল ব্যাপিয়া চার্জ করিতে হইবে—  
৫০ বাউক যেন একটি ব্যাটারির ক্ষমতা ১২০ আম্প-ঘণ্টা, অপরটির ১৬০ আম্প-ঘণ্টা। তাহা হইলে ৫ আম্প প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিতে একটিতে

$$\frac{১২০}{৫} \times \frac{১০০}{৮৫} = ২৮ \frac{১}{৪} \text{ ঘণ্টা ও অপরটিতে } \frac{১৬০}{৫} \times \frac{১০০}{৮৫} = ৩৭ \frac{৩}{৪}$$

ঘণ্টা লাগিবে। সুতরাং ২৮—২৯ ঘণ্টার মধ্যে পূর্ণ ব্যাটারিকে সরাইয়া লইতে হইবে ও দ্বিতীয় ব্যাটারিকে আলোকাদির সহিত সংযুক্ত রাখিয়া আরও প্রায় ১০ ঘণ্টা কাল চার্জ করিতে হইবে।

ব্যাটারি চার্জিং কোম্পানিগণ চার্জ করিবার নিমিত্ত বহুসংখ্যক ব্যাটারি পান। সুতরাং তাঁহারা উল্লিখিত প্রণালীমতে অর্থাৎ ব্যাটারির সহিত আলোক সংযুক্ত করিয়া বুখা আলোকের মধ্যে শক্তি অপচয় করেন না, আলোকের পরিবর্তে ব্যাটারি ব্যবহার করিয়া সমস্ত শক্তি চার্জিং কার্যে নিযুক্ত করেন। ইহা উদাহরণ দ্বারা নিম্নে বর্ণিত হইল।

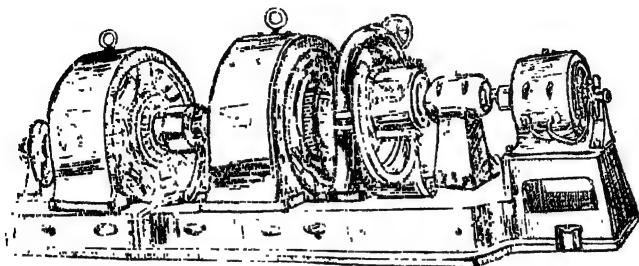
ধরা যাউক লাইনের চাপ ২২০ ভোল্ট ও প্রতি সেলের আভ্যন্তরিক বাধা গড়ে ১ ওম ও চার্জিং কারেন্ট ৫ অ্যাম্প।

সুতরাং ৫ অ্যাম্প প্রবাহ বহাইবার নিমিত্ত প্রতি সেলে  $১ \times ৫ = ৫$  ভোল্ট প্রয়োজন। এতদ্ব্যতীত, প্রথমাবস্থায় সেলের ই, এম, এফ, ১.৮ ভোল্ট, সুতরাং এই ই, এম, এফ, অতিক্রম করিবার নিমিত্ত ১.৮ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হইবে। অতএব প্রথমাবস্থায় সেলের মধ্য দিয়া ৫ অ্যাম্প প্রবাহ বহাইতে হইলে সেল প্রতি  $১.৮ + ৫ = ৬.৮$  ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হইবে। সুতরাং ২২০ ভোল্ট লাইনে প্রথমতঃ  $২২০ \div ৬.৮ =$  প্রায় ৩২ টি সেল একত্র সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ব্যবহার করিতে হইবে। আবার, যেহেতু ক্রিয়ণ পরিমাণে চার্জ হইলে প্রতি সেলের ই, এম, এফ, ২ ভোল্ট হয়, এই অবস্থায় ৫ অ্যাম্প প্রবাহ বহাইতে হইলে সেল প্রতি  $২ + ৫ = ৭$  ভোল্ট প্রয়োজন হইবে। সুতরাং এই অবস্থায় উক্ত লাইনে  $২২০ \div ৭ = ৩১$  টি সেল সিরিজে সংযুক্ত থাকা প্রয়োজন। এবং চার্জ করা শেষ হইবার সময় প্রতি সেলের ই, এম, এফ, প্রায় ২.২৫ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন সেল প্রতি  $২.২৫ + ৫ = ৭.২৫$  ভোল্ট চাপ প্রয়োজন। অতএব এই অবস্থায় মোটে  $২২০ \div ৭.২৫ = ৩০$  টি সেল সিরিজে সংযুক্ত থাকিতে পারে। অতএব দেখা বাইতেছে উক্ত লাইনে প্রথমে ৩২টি সেল লইয়া আরম্ভ করিয়া, চার্জ হওয়া হেতু যেমন যেমন সেলগুলির ই, এম, এফ, বাড়িতে থাকে সেই মত এক ধার হইতে

সেলগুলির সংখ্যা ক্রমশঃ হ্রাস করিতে করিতে অবশেষে ৮০টি পর্য্যন্ত সেল রাখিতে হইবে। ৮০ হইতে ৯৬—এই ১৬টি সেলকে ‘এণ্ড’ (end) সেল বলে। এই এণ্ড সেলগুলির সংখ্যা হ্রাস দ্বারা লাইনের ভোল্টেজকে চার্জ করিবার উপযোগী রাখা হয়। এই এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত বিশেষ প্রকারের সুইচ ব্যবহৃত হয়, তাহাকে ব্যাটারি সুইচ (Battery Switch) বলে। ইহা পরে বর্ণিত হইয়াছে। পাওয়ার হাউসে সময় বিশেষে আকুমুলেটর হইতে শক্তি সরবরাহ করা হয়। ঐ আকুমুলেটর গুলি পাওয়ার হাউসেই চার্জ হইয়া থাকে। পাওয়ার হাউসে চার্জ করিবার প্রণালী অনেকটা চার্জ কোম্পাণির মত। ব্যাটারি-গুলি সিরিজে সংযুক্ত হইয়া ‘বাস-বার’ (Bus Bar) হইতে চার্জ হয় এবং উহারা লাইনের সহিত প্যারালেল ভাবে সংযুক্ত থাকে। বাস-বারের ভোল্টেজ ব্যাটারিগুলির পক্ষে অপ্রচুর হইলে ‘বুস্টার’ (Booster) দ্বারা তাহা প্রয়োজন মত বাড়িয়া লইতে হয়। এবং সংযোজন পদ্ধতি একরূপ যে ডায়নামো মধ্যে উৎপাদিত শক্তি অপেক্ষা ‘চাহিদা’ (Demand) অল্প হইলে, উদ্ভূত শক্তি দ্বারা ব্যাটারিগুলি চার্জ হইতে থাকে এবং অল্পকালের জন্য ডায়নামো’র শক্তি অপেক্ষা চাহিদা অধিক হইলে ব্যাটারি-গুলি ডিসচার্জ হইয়া বাকী শক্তি যোগাইতে থাকে। যখন চাহিদা এত অল্প হয় যে ডায়নামো চালাইবার খরচা পোষায় না, তখন ডায়নামো বন্ধ করিয়া কেবল মাত্র ব্যাটারি গুলি হইতে শক্তি সরবরাহ করা হয়। এই প্রণালীতে দুইটি ব্যাটারি সুইচ প্রয়োজন হয়, একটি চার্জকালে এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত, অপরটি ডিসচার্জকালে এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত।

রিভার্সিবল্ বুস্টার (Reversible Booster) .—শক্তি সরবরাহ কালে পাওয়ার হাউসে ডায়নামোর সহিত ব্যাটারি প্যারালেল ভাবে সংযুক্ত রাখা হয়। ইহার উদ্দেশ্য লাইনে চাহিদা কম হইলে উদ্ভূত শক্তি দ্বারা ব্যাটারি চার্জ হইতে থাকে, আবার যখন চাহিদা উৎপাদকের ক্ষমতা অপেক্ষা অধিক হয় তখন ঐ চার্জড

ব্যাটারি ডায়নামোর সহিত মিলিত হইয়া উভয়ে শক্তি সরবরাহ করে। চার্জ করিবার কালে ডায়নামোর ভোল্টেজকে বন্ধিত করিয়া চার্জ করিবার উপযোগী করি-



চিত্র—৪১৪

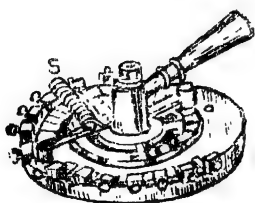
বার নিমিত্ত ব্যাটারির সহিত সিরিজে 'বুষ্টার' নামক একটি অবলম্বন ব্যবহৃত হয়। ইহাকে চার্জিং বুষ্টার বলে। ইহা সচরাচর সাণ্ট মোটর দ্বারা চালিত একটি সাণ্ট ডায়নামো। মোটরটি উৎপাদকের প্রবাহ দ্বারা চালিত হইয়া ইহার সহিত আবদ্ধ সাণ্ট ডায়নামোর আমেরচারকে ঘুরাইয়া উহাতে ব্যাটারিকে চার্জ করিবার উপযোগী ভোল্টেজ উৎপন্ন করে। বলা বাহুল্য এই চার্জিং ডায়নামোটির রাজ্যকয়েল মোটরটির রাজ্যকয়েলের স্থায় প্রধান ডায়নামো বা উৎপাদকের প্রবাহ দ্বারাই উত্তেজিত হয়।

অনেক সময় যেমন, বৈদ্যুতিক ট্রাম ও রেল প্রভৃতি প্রণালীতে, এক এক সময় ভাব অত্যন্ত অধিক হয়, অর্থাৎ খুব অধিক প্রবাহ প্রয়োজন হয়। এক্ষণে হলে ঐ অত্যধিক প্রবাহ সরবরাহ কালে ব্যাটারির ভোল্টেজও হ্রাস প্রাপ্ত হয়। সুতরাং এক্ষণে বুষ্টার প্রয়োজন হয় বাহ্য ব্যাটারির হ্রাস প্রাপ্ত ভোল্টেজকে পরিবন্ধিত করে। ইহাকে রিভার্সিং বুষ্টার বলে। ইহা দুই দিকেই, অর্থাৎ ব্যাটারি চার্জ হইবার কালে এবং ব্যাটারি ডিসচার্জ হইবার কালে বুষ্টারের কার্য করে। ৪১৪ চিত্রে একটি অটোম্যাটিক রিভার্সিং বুষ্টার দর্শিত হইয়াছে—ইহা, যখন যে দিকে বুষ্টারের কার্য করিবার প্রয়োজন, আপনা আপনি সেই দিকে বুষ্টারের কার্য করে। ইহাতে একই পেড প্লেটে একটি মোটর, একটি বুষ্টার ও একটি এক্সাইটার বা উত্তেজক আবদ্ধ আছে। বুষ্টারের আমেরচার ব্যাটারির সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয়। ইহাতে একটি 'একচুয়েটিং কয়েল' (actuating coil) ও স্প্রিংসহ একটি কার্বন রেগুলেটর আছে; ইহাদ্বারা বুষ্টারের দিক বিপরীত করা হয়। যখন জেনারেটরে অত্যধিক ভার প্রযুক্ত হয় তখন রেগুলেটর সাহায্যে এক্সাইটারের মধ্য দিয়া এক্ষণে দিকে প্রবাহ বহে যে তাহা বুষ্টারের রাজ্যকয়েলকে এক্ষণে দিকে উত্তেজিত করে যে ইহার ভোল্টেজ ব্যাটারির সহিত মিলিত হইয়া ব্যাটারিকে ডিসচার্জ হইতে অর্থাৎ প্রবাহ যোগাইতে দক্ষম করে এবং ব্যবস্থা এক্ষণে করা থাকে যে ব্যাটারির প্রবাহ ও



ডায়নামো সাধারণ অবস্থায় ঘেরূপ প্রবাহ দেয়, ইহাদের সমষ্টি লাইনের চাহিদার সহিত সমান। আবার যদি লোড কম হয় অর্থাৎ চাহিদা কম হয় তাহা হইলে রেগুলেটর সাহায্যে এক্সাইটারের মধ্য দিয়া একরূপ দিকে প্রবাহ বচে যে উহা বুষ্টারের রাজ্যাকয়েলকে একরূপদিকে উত্তেজিত করে যে তাহা ব্যাটারিকে চার্জ করিতে থাকে এবং তখন উৎপাদকের মধ্যে উৎপাদিত শক্তি লাইন ও ব্যাটারির মধ্য দিয়া প্রবাহিত শক্তি দ্বয়ের সমষ্টি। যখন সাধারণ অবস্থার ভার প্রযুক্ত থাকে তখন বুষ্টারের রাজ্যাকয়েল উত্তেজিত হয় না—উৎপাদকের শক্তি লাইনে প্রযুক্ত হয়। অতএব দেখা যায় একরূপ প্রণালী দ্বারা উৎপাদক প্রায় একভাব ভার প্রাপ্ত হয়—ভারের অজ্ঞাধিক্য। রিভার্সিবল্ বুষ্টার সাহায্যে ব্যাটারি দ্বারা একভাবীভূত হয়।

**ব্যাটারি সুইচ:**—ব্যাটারি চার্জ করিবার সময় প্রয়োজন মত সেলের সংখ্যা হ্রাস বা বৃদ্ধি করিবার নিমিত্ত ৪১৫ চিত্র দর্শিত সুইচ ব্যবহৃত হয়। এই সুইচে অপরিচালক খণ্ডদ্বারা ব্যবহৃত কতকগুলি পরিচালক খণ্ড বৃত্তাকারে সজ্জিত আছে। লিভারের সহিত আবদ্ধ একটি কার্বন বুরুষ এই ধাতু খণ্ডকে স্পর্শ কবে এবং হ্যাণ্ডেল দ্বারা এই লিভারকে ঘুরাইয়া যে কোন ধাতু খণ্ডের উপর উক্ত বুরুষকে স্থাপিত করিতে পারা যায়। বুরুষটি একটি কার্বন খণ্ডে প্রস্তুত নহে, দুইটি কার্বন খণ্ডে প্রস্তুত এবং তাহাদের মধ্যে প্রধান বুরুষটি লিভারের সহিত আবদ্ধ, দ্বিতীয়টি প্রধান বুরুষের সহিত একটি বাধা বিশিষ্ট



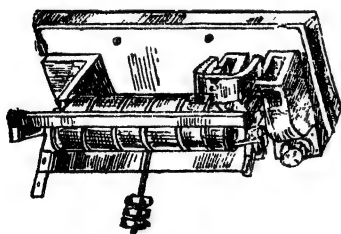
চিত্র—৪১৫

কয়েল দ্বারা আবদ্ধ। বুরুষটি একখণ্ড কার্বন দ্বারা প্রস্তুত হইলে ( ) যদি উহা দুইটি সন্নিহিত ধাতুখণ্ডের ব্যবধান অপেক্ষা সরু হয়, তাহা হইলে একটি ধাতু খণ্ডে ত্যাগ করিয়া পরবর্তী ধাতু খণ্ডে ঘাইবার সময় সংযোগের বিচ্ছেদ ঘটিবে ও বিচ্ছেদ কালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটিবে, আর (২) যদি উহা ঐ ব্যবধান অপেক্ষা চওড়া হয়, তাহা হইলে একটি ধাতু খণ্ড হইতে পরবর্তী ধাতু খণ্ডে ঘাইবার প্রাক্কালে পরপর ধাতু খণ্ড দ্বয় বুরুষ দ্বারা সংযুক্ত হইবে, ইহাতে সংযোগের বিচ্ছেদ ঘটে না বটে, কিন্তু ঐ ধাতু

খণ্ডদ্বয়ের মধ্যে সংযুক্ত নেল বা ব্যাটারির—ঐ বৃক্শ দ্বারা স্ট সার্কিট ঘটে ও সেল বা ব্যাটারি খারাপ হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে। এই নিমিত্ত কার্বন খণ্ডদ্বয় পরস্পরের সহিত বাধাদায়ক কয়েল দ্বারা সংযুক্ত। এই কার্বন খণ্ডদ্বয় পরস্পর হইতে এরূপ ব্যবধানে থাকে যে প্রধান কার্বনটি ধাতু খণ্ডের উপর থাকিলে অপরটি ধাতু খণ্ডদ্বয়ের ব্যবধানে অপরিচালক খণ্ডের উপর থাকে, অতএব প্রধানটি কোন ধাতুখণ্ডকে ত্যাগ করিবার পূর্বেই পরবর্তী ধাতু খণ্ড অপর কার্বন খণ্ড দ্বারা সংযুক্ত হয়, অথচ এই ধাতু খণ্ড দ্বয়ের মধ্যে (সুতরাং সেল বা ব্যাটারির) স্ট সার্কিট ঘটিতে পারে না, কারণ তাহাদের মধ্যে ঐ বাধাদায়ক কয়েলটি আছে। স্থায়ী সংযোজন প্রধান কার্বন দ্বারা করা হয়, নচেৎ বাধাদায়ক কয়েলে শক্তির অপব্যয় হইবে।

**মিনিমাম কাট আউট ( Minimum cut out ) :-**

ডায়নামো ও আকুমুলেটার একসঙ্গে প্যারাললে কার্য্য করিতে থাকিলে সময় বিশেষে আকুমুলেটার হইতে প্রবাহ ডায়নামোর মধ্য দিয়া বহিতে পারে। যথা, ডায়নামোর চালক ইঞ্জিনের গতি হ্রাস হেতু ডায়নামোর ভোল্টেজ আকুমুলেটারের ভোল্টেজ অপেক্ষা অল্প হইলে আকুমুলেটার



চিত্র—৪১৬

হইতে প্রবাহ ডায়নামোর আমেরচারের মধ্য দিয়া বহিবে, ডায়নামোটি মোটরে পরিণত হইবে ও ইঞ্জিনকে চালাইতে থাকিবে, ইঞ্জিনটি (মোটরের) ভার স্বরূপ হইবে। আকুমুলেটারের সহিত সান্ট ডায়নামো ব্যবহৃত হয় বলিয়া ডায়-

নামোর কোন ক্ষতি হইবার সম্ভাবনা থাকে না, কিন্তু ঐ প্রবাহ পরিমাণ অত্যধিক, হইলে প্রবাহ জনিত উত্তাপ হেতু আকুমুলেটারটি নষ্ট

হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে। এই নিমিত্ত আকুমুলেটোরের সহিত মিনিমাম-কাট-আর্ট ব্যবহৃত হয়। এই অবলম্বনের উদ্দেশ্য ডায়নামোর ভোল্টেজ হ্রাস হেতু আকুমুলেটার হইতে ডায়নামোতে প্রবাহ বহিবার কালে আকুমুলেটারকে ডায়নামো হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দেওয়া। ইহাতে পাশাপাশি দুইটি পারদ আধার আছে, চিত্র—৪১৬, তাহাদের উপর দিকে একটি U আকৃতি ধাতুখণ্ড এক্রপ ভাবে অবস্থিত যে পারদ আধার দ্বয় ধারক যন্ত্রের পশ্চাদংশটি উপর দিকে উঠিলে এই U আকৃতি ধাতুখণ্ডের শেষভাগদ্বয় পারদের মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া আধার দ্বয়ের মধ্যে ধাতব সংযোজন ঘটায়। U আকৃতি ধাতুখণ্ডের মাঝখানে একটি চলনক্ষম লৌহের ‘লিভার’ আছে, লিভারটি নিম্নদিকে নির্গত হইয়া আছে। এই লিভারের সহিত একটি লৌহ ‘আকসেল’ ভূ-সমাস্তুরাল ভাবে সংযুক্ত আছে ও আকসেলটির শেষ ভাগদ্বয় হইতে দুইটি ছোট লৌহখণ্ড পশ্চাদিকে নির্গত হইয়া আছে। এই ছোট লৌহখণ্ড দুইটি পিত্তল পাত দ্বারা সংযুক্ত ও ঐ পিত্তল পাত হইতে ভার বুলান থাকে— এই ভার দ্বারা যন্ত্রটির পশ্চাত্তাগ নিম্নদিকে টান পায়। আকসেলটি (লৌহ) একটি তাম্রতারের কয়েলের মধ্যে আবরিত থাকে। ঐ কয়েলের একটি মুখ অন্তর্বর্তী পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত, অপর মুখটি একটি মেন টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত, দ্বিতীয় মেন টার্মিনাল (বহি-ভাগস্থ) পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত। কয়েলটির মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিলে আকসেল ও তৎসংলগ্ন লৌহখণ্ডদ্বয় চুম্বকীভূত হইয়া, সমষ্ট একটি অশ্ম স্কুরাকার চুম্বকে পরিণত হয়। এই অবলম্বনটির একটি টার্মিনাল (বহিঃভাগস্থ পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত) ডায়নামোর সহিত ও অপর টার্মিনাল আকুমুলেটোরের সহিত সংযুক্ত হয়, সুতরাং বর্তমান অবস্থায় কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে পারে না (U আকৃতি ধাতুখণ্ড পাত্রদ্বয়ের পারদে নিমজ্জিত হয় নাই বলিয়া)। আকুমুলেটার চার্জ

করিতে হইলে ইহার ভোল্টেজ অপেক্ষা ডায়নামোর ভোল্টেজকে কিছু অধিক দাঁড় করাইতে হইবে ও পরে ঐ অবলম্বন হইতে ভার কিছু কিছু করিয়া তুলিয়া লইতে হইবে, বতক্ষণ না পারদ পাত্রের উষ্ণি U আকৃতি ধাতুখণ্ড দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হয়। এখন ডায়নামো হইতে প্রবাহ উহার টার্মিনাল হইতে বহির্ভাগস্থ পারদ পাত্র, তথা হইতে U আকৃতি ধাতুখণ্ড দিয়া অষ্টভাগস্থ পারদ পাত্রে, ইহা হইতে কয়েলের মধ্য দিয়া দ্বিতীয় টার্মিনাল ও আকুমুলেটারে প্রবাহিত হয়। সুতরাং আকসেল ও তৎসংযুক্ত লৌহ খণ্ডের অখক্ষুরাকার চুম্বকে পরিণত হয় এবং কোন নির্দিষ্ট পরিমাণের প্রবাহ হইলে, উহার আকর্ষণ বল এত অধিক হয় যে ভারের টান অতিক্রম করিয়া চলনক্ষম পারদ-পাত্রদ্বয়ের আধার সহ অংশটিকে টানিয়া রাখে। পরে যদি কোন সময় ডায়নামোর ভোল্টেজ কমিয়া বাইতে থাকে, তাহা হইলে যখন ডায়নামোর ভোল্টেজ আকুমুলেটোরের ভোল্টেজের সহিত সমান হইবে, সেই সময় কোনরূপ প্রবাহ বহিতে পারিবে না ও কয়েলটি প্রবাহ শূন্য হওয়ার বৈদ্যুতিক চুম্বকের চুম্বকত্ব চলিষ্ণু যায়, সুতরাং উহা আর পারদ পাত্রের আধারকে টানিয়া রাখিতে পারে না। অতএব পারদ পাত্রদ্বয় ঐ আধার ভার দ্বারা নিম্নদিকে নামিয়া আসে, পারদ পাত্রদ্বয়ের মধ্যে সংযোগন বিচ্ছিন্ন হয় ও সার্কিট কাটিয়া যায়—ব্যাটারি ডিসচার্জ হইবার আর আশঙ্কা থাকে না।

**ম্যাক্সিমাম-কাট আউট (Maximum cut out) :—**

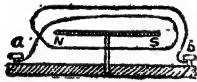
অত্যধিক প্রবাহ দ্বারা আকুমুলেটার বা অন্ত্যাত্ম বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি ধারাপ হইয়া যায় বলিয়া, এরূপ অবলম্বনের প্রয়োজন হয় যদ্বারা প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণকে অতিক্রম কালে সার্কিট বা বৈদ্যুতিক পথ কাটিয়া যায়। ইহাকে ম্যাক্সিমাম-কাট আউট বলে। ইহার কার্য-প্রণালী ঠিক উল্লিখিত মিনিমাম-কাট আউটের স্থায়।

## বিংশ পরিচয়

### পরীক্ষক যন্ত্র (Testing Instruments)

গ্যালভানোস্কোপ (galvanoscope) :—

কোন পথে প্রবাহ বহিতেছে কিনা এবং উহা কোন্ দিকে বহিতেছে তাহা এই যন্ত্রের সাহায্যে মোটামুটি দেখিতে পারা যায়। ইহাতে একটি রোধিত তারের কয়েল ও এই কয়েলের মধ্যে একটি স্থচ-চুম্বক স্থাপিত থাকে এবং কয়েলের শেষ ভাগদ্বয় দুইটি বন্ধন স্ক্রু'র সহিত আবদ্ধ থাকে। কোন পথে প্রবাহ বিদ্যমান কিনা দেখিতে হইলে ঐ পথের শেষভাগদ্বয় বন্ধন স্ক্রু-দ্বয়ের সহিত (৪১৭ চিত্র দ্রষ্টব্য) সংযুক্ত করিয়া ঐ কয়েলের মধ্যে দিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পন্ন করিলে যদি



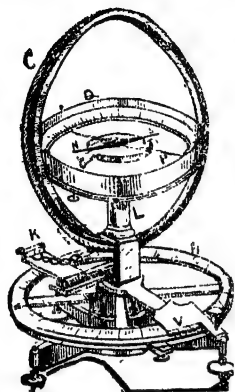
চিত্র-৪১৭

ইহু নিয়ম অনুসারে এই কয়েলের মধ্যে প্রবাহের দিক ও তাহা হইতে পথে প্রবাহের দিক পাওয়া যাইতে পারে। সচরাচর কয়েলটি যন্ত্রের অভ্যন্তরে থাকে। হেতু দৃষ্টিগোচর হয় না বলিয়া প্রথমতঃ কোন প্রাইমারী সেল হইতে প্রবাহ দিয়া স্থচের বর্ণন দিক দেখিয়া লইয়া পরে পথের সহিত যোগ করিয়া, বর্ণন হইতে প্রবাহের দিক নিকপণ করা হয়। বলা বাহুল্য যে ঐ কয়েলের মধ্যে দিয়া প্রবাহ বেগ বত অধিক হইবে, উহাও মধ্যে রাজ্যতেজ তত প্রখর হইবে। সুতরাং চুম্বকটি ততই অধিক পরিমাণে ঘুরিয়া যাইবে। অতএব যন্ত্রটিকে একটু ভালভাবে প্রস্তুত করিলে ইহা দ্বারা প্রবাহ বেগের পরিমাণ মাপা যাইতে পারে। এই ভালরূপে প্রস্তুত যন্ত্রটিকে গ্যালভানোমিটার বলে।

### গ্যালভানোমিটার (galvanometer) :—

ট্যানজেন্ট (Tangent) গ্যালভানোমিটার :— ইহাতে একটি বৃত্তাকার মোটা তাম্রতার বা কাষ্ঠের উপর জড়ান রোধিত তারের একটি কয়েল C খাড়া ভাবে আছে ও ঐ বৃত্তের কেন্দ্রে একটি ছোট স্থচচুম্বক SN খাটান আছে। বৃত্তের ব্যাসের তুলনায় এই চুম্বকটি এত ছোট যে ইহা উপর কয়েলের রাজ্যতেজ সর্বত্র সমান ধরা যাইতে পারে। ঐ কয়েল বা তারের শেষভাগদ্বয় দুইটি বন্ধন স্ক্রু'র K সহিত সংযুক্ত এবং চুম্বকস্থচের আড়দিকে হালকা এলুমিনিয়ামের একটি লম্বা কাঁটা P (Pointer) আছে

ও পয়েন্টারের ঠিক নিম্নেই ডিগ্রি চিহ্নিত একটি ভূ সমান্তরাল বৃত্ত H আছে। ই এর সাহায্যে পয়েন্টার যতটা ঘুরিতেছে তাহা দেখা হয়। যন্ত্রটিকে ব্যবহার করিবার সময়ে প্রথমে উহার কয়েলকে চুম্বক মিরিডিয়ানে



চিত্র—৪১৮

আনিতে হয়। তখন চুম্বক ও কয়েল একই তলে থাকিবে। তারপর ইহার কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইতে হয়। প্রবাহ বহিবার সময় সূচটি ঘুরিয়া যায়। সূচটি এখন দুইটি বলের অধীনে থাকে, একটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত চুম্বক রাজ্যের বল, এই বল কয়েলের তলে লম্বভাবে থাকে, এবং অপরটি ভূ-চুম্বকত্বের বল, ইহা কয়েলের তলে থাকে। সুতরাং সমকোণকারী এই চুম্বক বলদ্বয়ের অধীনে চুম্বক সূচটি উভাদের সমবদলি বলের দিকে অবস্থান করিবে। এই বলদ্বয়ের মধ্যে ভূচুম্বকত্বের বল অপরিবর্তনীয় এবং কয়েলের রাজ্যবল উহার মধ্যে বহমান প্রবাহের উপর নির্ভর করে, সেইজন্য প্রবাহ পরিমাণ অধিক হইলে সূচটি অধিক ঘুরে। যদি  $\alpha$  কোণ ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে,  $C = 10 k \tan \alpha$ ,

সেইজন্য ইহাকে ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার বলে।  $k$ —এই গ্যালভানোমিটারের রিডাকশন ফ্যাক্টর  $= H \cdot \frac{r}{2\pi n}$ ;  $H$ —ভূচুম্বকত্বের রাজ্যবল ও  $\frac{r}{2\pi n}$  কে গ্যালভানোমিটার কন্সট্যান্ট বলে।

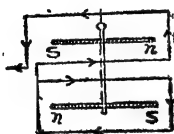
**সাইন ( Sine ) গ্যালভানোমিটার :—**ট্যানজেন্ট অথবা যে কোন গ্যালভানোমিটারের সূচ-চুম্বকটির উপর যদি সমান্তরাল রাজ্যবল সমান হয় তাহা হইলে তাহাকে সাইন গ্যালভানোমিটার ভাবে

ব্যবহার করা যাইতে পারে—ইহাতে কেবলমাত্র কয়েলটিকে খাড়াভাবে ঘুরাইবার একটি ব্যবস্থা থাকা প্রয়োজন। ৪১৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে কিরূপে একটি ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটারকে সাইন গ্যালভানোমিটারে পরিণত করা হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে C খাড়া কয়েলের ফ্রেম L পায়ার সহিত আবদ্ধ এবং এই পায়ারটিও খাড়াভাবে ঘুরে। আরও দৃষ্ট হইবে L পায়ার হইতে একটি ভানের্মার V ভূসমান্তরাল ডিগ্রী ( $^{\circ}$ ) অঙ্কিত H বৃত্তের উপর আছে। ইহা হইতে কয়েলটিকে কতটা ঘুরান হইল তাহা দেখা হয়। কয়েলের তারের শেষভাগদ্বয় K চিহ্নিত স্থানে দুইটি বন্ধন স্ক্রু'র সহিত সংলগ্ন। আড়াদিকে P পয়েন্টার বিশিষ্ট SN চুম্বক সূচী ডিগ্রী অঙ্কিত Q বৃত্তের কেন্দ্রে খাটান আছে, যন্ত্রটিকে লেভেল করিবার জন্ত স্ক্রু বিশিষ্ট তেপায়ার উপর ইহা আবদ্ধ। যন্ত্রটিকে ব্যবহার করিবার সময় প্রথমতঃ ইহাকে ঠিকমত লেভেল করিয়া কয়েলটিকে চুম্বক মেরিডিয়ানে অনিতে হয় ও তারপর প্রবাহ পাঠান হয়। চুম্বক সূচী ঘুরিয়া কোন একস্থানে স্থির হইবে। এখন কয়েলটিকে ক্রমশঃ চুম্বকসূচের দিকে ঘুরাইয়া বইয়া বাইতে হইবে যতক্ষণ না চুম্বক সূচী কয়েলের তলে আইসে। কয়েলটিকে কতটা ঘুরান হইল তাহা V ভানের্মারের সাহায্যে H বৃত্ত হইতে দেখিতে হইবে। কয়েলটি মেরিডিয়ান হইতে যতটা 'কোণ' ঘুরিয়াছে প্রবাহ বেগ তাহার সাইনের আনুপাতিক  $C = \frac{r}{2\pi} H \sin a$  ( $a$ —ঘূর্ণন কোণ)।

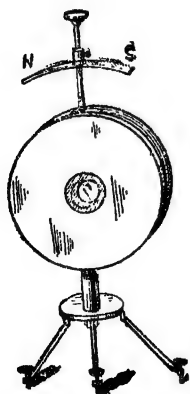
**সাপেক্ষ গ্যালভানোমিটারঃ**—ইহা অনেকটা গ্যালভানোস্কোপের মত, কেবলমাত্র যন্ত্রটিকে 'সেনজিটিভ' (Sensitive) করিবার জন্ত অর্থাৎ অল্প প্রবাহেও চুম্বকের ঘূর্ণন পাইবার জন্ত (১) রাজ্যভেজ বাড়াইবার নিমিত্ত কয়েলে তারের পাকসংখ্যা অধিক হয় ও কয়েলটি ক্ষুদ্রাকার হয় (২) ভূ-চুম্বকত্বের ফল নষ্ট করিবার জন্ত (ক) 'নোবিলির' এন্ট্যাটিক পেয়ার ব্যবহার হয় অথবা (খ) 'হাউই' এর (Houoy)

উপায় অবলম্বন হয়—অর্থাৎ গ্যালভানোমিটারের নিকটে একটি দণ্ডচুম্বককে একরূপ ভাবে রাখা হয় যে ইহার ও ভূ-চুম্বকের রাজ্য উভয়ে মিলিয়া যে নাল পয়েন্ট ( Null point ) হয় তথায় যেন সূচ-চুম্বকটি থাকে, সুতরাং চুম্বক সূচের উপর ভূ-চুম্বকের ফল বিশেষ কিছু হয় না।

৪২০ চিত্রে একটি এষ্টাটিক গ্যালভানোমিটার দর্শিত হইয়াছে। ইহার কয়েল দুইপ্রকারের হয়, ১। কয়েলটি একটি সূচকে ঘেরিয়া থাকে, ১৬৬ চিত্র, ২। কয়েলটি উভয় চুম্বক সূচকেই একরূপ ভাবে ঘিরিয়া থাকে যে উভয়কেই একট দিকে ঘুরায়, ৪১৯ চিত্র। এই



চিত্র—৪১৯



চিত্র—৪২০

ও চুম্বক সমেত কয়েলটি একটি কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট পিত্তল নিখিত বাক্সের মধ্যে থাকে এবং কয়েলটির বাধা কার্য্যামুখ্যায়ী ২০০০—

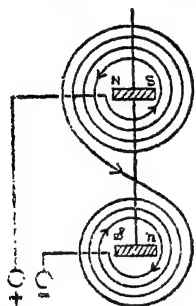
সূচ একটি পাকহীন সিল্ক তন্তু দ্বারা ঝুলান থাকে, এবং সূচের আড়দিকে একটি পয়েন্টার থাকে—ইহাই ডিগ্রী অঙ্কিত বৃত্তের উপর সূচের ঘূর্ণন নির্দেশ করে। কোন কোন স্থলে এই সিল্ক তন্তুর সহিত একটি ছোট আয়না আবদ্ধ থাকে।

কেলভিনের মিরর (Kelvin's mirror) গ্যালভানোমিটার ৪২০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে একটি চুম্বক বা চুম্বক ব্যাটারি ছোট 'ককুন' সিল্ক তন্তু দ্বারা ঝুলান থাকে। সেইজন্য ইহা প্রায় ডেডবীট (Dead beat) হয় অর্থাৎ দোলে না, একেবারেই যতটা ঘুরিবার ততটা ঘুরিয়া সেইখানে থামিয়া যায়। ঐ তন্তুর সহিত একটি ছোট আয়না (Concave mirror) আবদ্ধ থাকে। আয়না



১০,০০০ ওম হয়। যন্ত্রটিকে সেনজিটিভ করিবার জন্ত হাউই এর উপায় অবলম্বন করা হয়। সেইজন্ত চিত্রে দর্শিত ভাবে N-S বন্ধ চুম্বকটি ব্যবহার করা হয়। এই চুম্বককে উপর নীচের দিকে সরাইবার জন্ত একটি ক্ষুদ্র বিশিষ্ট কলার আছে। এই চুম্বকটি যন্ত্রটিকে ডেডবীট করে। ইহাতে একের দশলক্ষাংশ ০.০০০০১ আমপেয়ার প্রবাহ পর্য্যন্ত মাপা হয়।

**কেলভিনের অধিক বাধা বিশিষ্ট এষ্টাটিক গ্যালভানোমিটার:**—ইহা অত্যন্ত সেনজিটিভ। ইহাতে একের



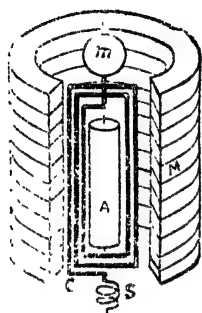
চিত্র—৪২১

দশকোটি অংশ আমপেয়ার প্রবাহ পর্য্যন্ত মাপা চলে। ইহার কয়েলের বাধা খুব অধিক। এবনাইট বাক্সের মধ্যে কার্য্যানুসারে প্রায় ৫০০০—১০০,০০০ ওম বাধা বিশিষ্ট চারিটি কয়েল থাকে। উপরে পাশাপাশি দুইটি কয়েল থাকে তাহাদের মধ্যে এষ্টাটিক পেয়ারের একটি চুম্বক থাকে, (৪২১ চিত্রে ইহা একটি কয়েল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে), ও নিম্নে পাশাপাশি

দুইটি কয়েল থাকে ঐ চিত্রে তাহা একটি কয়েল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে, ইহাদের মধ্যে এষ্টাটিক পেয়ারের অপর চুম্বকটি থাকে এবং ঐ এষ্টাটিক পেয়ারের সহিত একটি ক্ষুদ্র আয়না থাকে। ইহা কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট পিস্তল নির্মিত বাক্সের মধ্যে থাকে।

**চলন্ত কয়েল (Moving Coil) বা কয়েল ঘূর্ণনশীল গ্যালভানোমিটার:**—উপরে যে সমস্ত গ্যালভানোমিটার বর্ণিত হইল তাহাদের চুম্বক রাজ্য উৎপাদক কয়েলগুলি স্থির থাকে, চুম্বক ঘোরে। এখন যে গ্যালভানোমিটার বর্ণিত হইবে তাহাতে চুম্বকটি স্থির থাকে, স্তব্ধ কয়েল ঘোরে। এই কয়েল তার দ্বারা ঝুলান থাকে

এবং ঐ তারে কোন পয়েন্টার বা আয়না আবদ্ধ থাকে। ৪২২ চিত্রে ‘ডিপ্রেজ’ ও ‘ডি-আর্সনভ্যাল’ (Despretz and D’ Arsonval) এর কয়েল ঘূর্ণনশীল গ্যালভানোমিটার খুলিয়া দেখান হইয়াছে। ইহাতে



চিত্র—৪২২

একটি অশ্ম স্ফুরাকৃতি চুম্বক আছে। এই চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি বার্ষিক রোধিত তারের কয়েল তার দ্বারা ঝুলান আছে ও নিম্নে কয়েলটি S প্রিং দ্বারা আবদ্ধ। ঐ তারটি কয়েলের একশেষভাগের সহিত ও প্রিংটি কয়েলের অপর শেষভাগের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং ইহাদের মধ্য দিয়া কয়েলের মধ্যে প্রবাহ পাঠান হয়। কয়েলের মধ্যে একখণ্ড নরম লৌহ A আছে। ইহার দ্বারা কয়েলের মধ্যে রাজ্যভেজের প্রাথমিক বৃদ্ধি পায়। প্রবাহ পাঠাইলে কয়েলটি ঘুরিয়া যায়। ইহার ঘূর্ণন দিক ফ্লেমিং-এর ‘বাম হস্ত নিয়মাবলম্বী’ হয়, কয়েলটি ঘুরিলেই উহা যে তার দ্বারা ঝুলান তাহা পাকাইয়া যায়, অর্থাৎ তাহাতে ‘টর্সান’ (Torsion) হয়। এই পাক বা টর্সান হেতু কয়েলটি কোন নির্দিষ্ট স্থানে স্থির হয়, এই যন্ত্রটি ডেডবীট। এবং

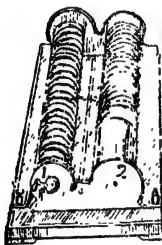
হাতে  $C = G \frac{n}{\cos \alpha}$ , সুতরাং যদি ঘূর্ণন খুব কম হয়, তাহা হইলে—

যেহেতু  $\alpha = \sin \alpha$ ,  $C = G \tan \alpha$  অর্থাৎ  $C = G \times a$

ঘূর্ণনশীল কয়েল গ্যালভানোমিটারের মধ্যে “আবুটন” ও “ম্যাথার” (Ayrton and Mather) কৃত যন্ত্রটি খুব আধুনিক। ইহার স্থায়ী অশ্ম-স্ফুরাকৃতি চুম্বকটি প্রায় চোঙ্গের মত, কেবলমাত্র একস্থানে একটু ফাঁক আছে। ঐ ফাঁকের মধ্যে লম্বা, সরু, চতুর্কোণ কয়েলটি একটি রোপ্য নলের মধ্যে ঝুলে এবং এই কয়েলকে কার্যাবলম্বী বদলান যায় ও বিভিন্ন

বাধা বিশিষ্ট (যথা ৩, ১৪, ৯৫, ৩২৫ ওম) কয়েল ইহার জন্য প্রস্তুত হয়। ইহার কয়েলের মধ্যে কোন নরম লৌহ থাকে না।

**বলিষ্টিক গালভানোমিটার (Ballistic Galvanometer) :**—ইহার দ্বারা খুব অল্প ক্ষণ স্থায়ী প্রবাহ, যথা, কণ্ডেলার ডিসচার্জ ইইবার কালে যে প্রবাহ তাহা মাপা হয়। ইহা ঘূর্ণনশীল কয়েল অথবা ঘূর্ণনশীল চুম্বক উভয় প্রকারের হইতে পারে। এই ঘূর্ণনশীল অংশটির 'মোমেন্ট অফ ইনাসিয়া' (Moment of Inertia) অধিক হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ ইহা ভারী হওয়া চাই, বাহাতে ইহা ঘুরিতে আরম্ভ করিবার পূর্বেই যেন কণ্ডেলার ডিসচার্জ ইইয়া যায়। ইহাতে যদি প্রবাহিত বিদ্যুৎ পরিমাণ হয়  $Q$ ,  $a$  = ঘূর্ণন কোণ,  $C$  = প্রবাহ যদ্বারা একক কোণ ঘূর্ণন হয় ;  $T$  = দোলনের সময় (time period) ও  $K$  = Correction factor তাহা হইলে,  $Q = \frac{T}{2\pi} CKa$



**বাধা পরিমাপ:** হোয়েটস্টোন রি-অস্টিয়াট (Wheatstone Rheostat):—যে যন্ত্র দ্বারা, উঁহাকে না খুলিয়া, কোন পথের বাধাকে পরিবর্তিত করা যায় তাহাকে রিঅস্টিয়াট বলে। হোয়েটস্টোন কৃত রিঅস্টিয়াট ৪২৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

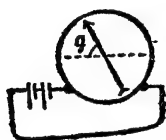
চিত্র—৪২৩

ইহাতে সমান্তরাল ভাবে দুইটি চোঙ্গ আছে। তন্মধ্যে ১ পিস্তলের ও ২ কাঠের এবং ২টিতে তার জড়াইবার জন্য প্যাচের মত খাঁজ কাটা আছে। ২ এর উপর তার এই খাঁজে খাঁজে জড়াইয়া যায়, সুতরাং ইহার ফাঁসগুলি পরস্পর হইতে রোধিত থাকে, কিন্তু ১ এর উপর তারের ফাঁসগুলি পিস্তলকে স্পর্শ করিয়া থাকে, সুতরাং ইহার তারগুলি সার্কিটেড। ২ কয়েলের শেষভাগ একটি ধাতব চাকতিতে স্পর্শ করিয়া থাকে, এই ধাতব চাকতিটি ডানদিকের বন্ধন 'জু'র সাহিত সংলগ্ন, আর পিস্তল চোঙ্গটি বামদিকের বন্ধন 'জু'র সহিত স্প্রিং দ্বারা সংলগ্ন। তারের অপর শেষভাগটি চোঙ্গের সহিত সংলগ্ন। বাম বন্ধন 'জু' হইতে ঐ তারের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ প্রবাহিত হইবে তাহা ২ কাঠ চোঙ্গের ফাঁসগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবে। সুতরাং এই কয়েল গুলির বাধা ইহার পথে পড়ে, কিন্তু চোঙ্গের তারে বাইলে উহার চোঙ্গটিব মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয় সুতরাং ১ এর ফাঁসগুলি বাধা দেয় না। ছাওগুলির সাহায্যে ২ চোঙ্গকে ঘুরাইতে পারা যায় ও এইভাবে ইহাতে ফাঁসের সংখ্যা কম বেশী করা যায়। বাধা হিসাব করিবার জন্য ২ চোঙ্গের অপর বহির্শেষভাগে দুইটি পয়েন্টার বিশিষ্ট একটি অঙ্কিত বৃত্ত আছে, তাহাতে একটি পয়েন্টার দ্বারা ফুট ও অপরটির দ্বারা ইঞ্চি দর্শিত হয়।

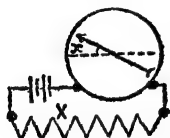
এই রিঅস্টিয়াটের দ্বারা দুই প্রণালীতে বাধা মাপা যায়—১। সাবস্টিটিউশন (Substitution) ২। কমপ্যারিজান (Comparison)।

সাবস্টিটিউশান প্রণালী—যাহার বাধা মাপিতে হইবে তাহাকে একটি ব্যাটারির সহিত যে কোন গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া ৪২৫ চিত্রে দর্শিত ভাবে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া গ্যালভানোমিটারের সূচ কতটা ঘোরে দেখিতে হইবে। পরে ঐ স্থানে রিঅস্ট্যাট ব্যবহার করিয়া দেখিতে হইবে ইহার দ্বারা কতটা বাধা প্রদত্ত হইলে গ্যালভানোমিটার সূচের পূর্বের সমান ঘূর্ণন হয়। রিঅস্ট্যাটের এই বাধা পূর্বের বাধার সহিত সমান।

কমপ্যারিজান প্রণালী :—ইহাতে একটি ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার ব্যবহার হয়। ধরা যাউক যেন গ্যালভানোমিটার সমেত বৈদ্যুতিক পথের



চিত্র—৪২৪



চিত্র—৪২৫

বাধা =  $G$ , অজানিত বা পরিমাপ্য বাধা =  $X$ , এবং একটি জানিত বাধা =  $R$ , এখন ব্যাটারিকে কেবলমাত্র গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযুক্ত করিলে যদি চুম্বক সূচ  $g$  'কোণ' ঘোরে চিত্র ৪২৪, পরে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটারের মধ্যে অজানিত বাধাটিকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া (চিত্র ৪২৫) যদি ঘূর্ণন হয়  $x$  এবং  $X$  এর পরিবর্তে ঐ স্থানে জানিত  $R$  বাধাকে ব্যবহার করিলে ঘূর্ণন যদি হয়  $r$  তাহা হইলে, যেহেতু—

(১) ঘূর্ণন কোণের 'ট্যানজেন্ট' প্রবাহের আনুপাতিক, অর্থাৎ  $C \propto \tan g$

এবং (২) প্রবাহ বাধার বিকূপ অনুপাতে হয়— $C \propto \frac{1}{G}$

$$\frac{1}{G} \propto \tan g \quad \text{বা} \quad G \propto \cot g.$$

$$\frac{1}{G+X} \propto \tan x \quad \text{বা} \quad G+X \propto \cot x$$

$$\frac{1}{G+R} \propto \tan r \quad \text{বা} \quad G+R \propto \cot r$$

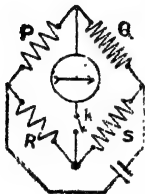
$$X \propto \cot x - \cot g.$$

$$R \propto \cot r - \cot g$$

$$\text{বা } \frac{X}{R} = \frac{\cot x - \cot g}{\cot r - \cot g}$$

গ্যালভানোমিটার সমেত বাধা খুব অল্প হইলে  $\frac{X}{R} = \frac{\cot x}{\cot r}$

**নাল(Null)প্রণালী :—**এই প্রণালীতে গ্যালভানোমিটার সূচের



ঘূর্ণন হইবে না। ইহা ৪২৬ চিত্র দেখিলেই বুঝা যাইবে ইহাতে অজ্ঞানিত বাধাটি ছাড়া তিনটি জানিত বাধা প্রয়োজন হয় ও এই বাধা চারিটিকে চিত্রে দর্শিত ভাবে প্যারাললে সংযুক্ত দুইটি শাখাপথে পরিণত করিতে হয়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে প্রত্যেক পথে

চিত্র—৪২৬ দুইটি করিয়া বাধা সিরিজে সংযুক্ত আছে—এই পথের

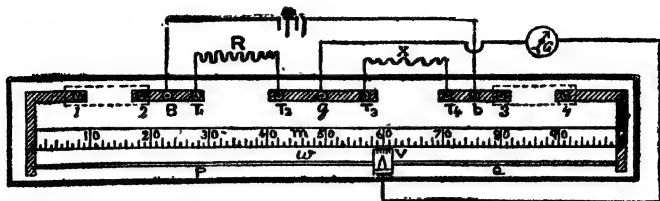
বাধাষয়ের সংযোগস্থল গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযুক্ত। সুতরাং যদি গ্যালভানোমিটার সূচের ঘূর্ণন না হয়, তাহা হইলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়া সংযুক্ত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, নাই। অর্থাৎ ইহাদের পোটেনস্যাল সমান। অতএব দেখা যাইতেছে Pএ পোটেনস্যাল পতন = Rএ পোটেনস্যাল পতন, এবং Qএ পোটেনস্যাল পতন = Sএ পোটেনস্যাল পতন। কিন্তু বাধার অনুপাতে পোটেনস্যাল পতন হয়, সুতরাং

$$\frac{R}{S} = \frac{P}{Q} \text{ বা } R = S \times \frac{P}{Q}$$

এই প্রণালী অনুযায়ী হোয়েটস্টোন মিটার ব্রিজ এবং পোষ্ট অফিস বক্স বা রেজিস্ট্যান্স কয়েল দ্বারা বাধা পরিমিত হয়।

**হোয়েটস্টোন ব্রিজ :—**ইহার গঠন ৪২৭ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে মোটামুটি বক্সে দুই সংযুক্ত তিনটি তার পাত B, g, b, থাকে। যদি b ও g এর মধ্যে X অজ্ঞানিত বাধাকে দেওয়া যায় তাহা হইলে g ও Bএর মধ্যে একটি জানিত বাধা R দিতে হইবে। আর দৃষ্ট হইবে b ও B একটি সরু তার n দ্বারা সংযুক্ত। এই তারটির

গায়ে একটি মিটার স্কেল আছে ও তারটি সচরাচর ১ মিটার লম্বা হয়। পরিমাপ ও

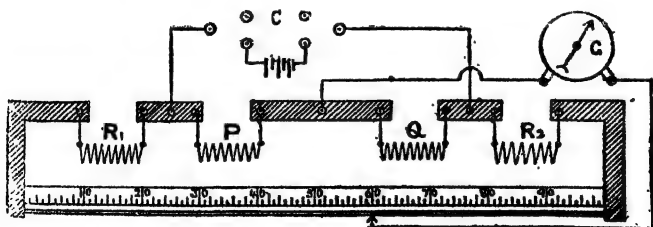


চিত্র—৪২৭

জানিত বাধার সংযোগ স্থান অর্থাৎ,  $Q$  কে গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন জুঁর সহিত সংযোগ করিতে হয়। পরে  $b$  কে ব্যাটারির এক পোল এবং  $B$  কে অপর পোলের সহিত সংযুক্ত করিয়া গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন জুঁর হইতে একটি তার লইয়া  $w$  তারের কোন স্থানে স্পর্শ করাইলে সাধারণতঃ উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বাওয়া হেতু গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হইবে। এখন ঐ  $w$  তারের বিভিন্ন স্থান স্পর্শ করিতে করিতে এমন একটি স্থান বাহির করিতে হইবে যেখানে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না। ধরা যাউক যেন  $V$  সেই স্থান। চিত্রটিতে বোঝাপ্রকারে অক্ষর সাজান হইয়াছে তাহাতে পূর্ববর্তী চিত্র অনুযায়ী

$$\frac{X}{R} = \frac{Q}{P} \text{ অংশের বাধা} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য } Q}{P} \text{ অতএব } X = R \cdot \frac{Q}{P} \times$$

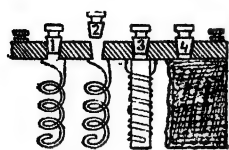
যদি  $Q = ৬০$  সেমি, তাহা হইলে  $P = ৪০$  সেমি, এবং  $R = ১০$  ওম হইলে,  
 $X = ১০ \times \frac{৬০}{৪০} = ১৫$  ওম।  $P$  ও  $Q$  এর মাপ ঐ মিটার স্কেল হইতে দৃষ্ট হয়।



চিত্র—৪২৮

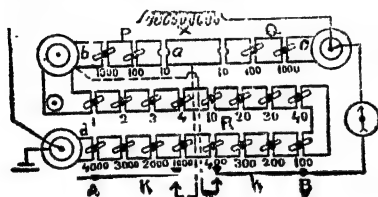
বিদ্যুৎজনিত উত্তাপ (Thermo-electric affect), উভয়দিকের ধাতুখণ্ডগুলির অসমান বাধা, প্রভৃতি হেতু ভুল সংঘটন রদ করিয়া নিভুলভাবে পরীক্ষা সাধন করিতে হইলে ৪২৮ চিত্রমত একটি রিভার্সিং কী  $C$  (Reversing key) ব্যবহার করিতে হয়।

পোষ্ট অফিস বার্তা প্রণালী :—ইহা অবিকল মিটার ব্রিজ প্রণালীর মত। মিটার ব্রিজের ৩টি জানিত বাধার মধ্যে একটি R ও বাকী দুইটিকে বিভক্ত করিয়া পাওয়া যায়। ইহাতে কিন্তু সকল প্রকার বাধাগুলি দেওয়া থাকে। বাহাতে স্নেলক



চিত্র - ৪২৯

চিত্র-৪২৯      কোন চাবি তুলিয়া নইলে প্রবাহকে ঐ কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে হয়, সুতরাং ঐ কয়েলের বাধা ঐ পথে প্রযুক্ত হয়, কিন্তু চাবি লাগান থাকিলে ধাতুখণ্ড দিয়াই প্রবাহ বহিয়া যায়, সুতরাং কোন বাধাই প্রযুক্ত হয় না। এষ্ট কয়েলগুলিকে দৃঢ় করিবার জন্য গালা গালাইয়া ঐ কয়েল বায়ের মধ্যে ঢালা থাকে, ও এই কয়েলগুলি ঐ গালায় মধ্যে থাকে। কয়েলগুলির পরস্পরের মধ্যে সংযোগ



চিত্র—৪৩০

ওম্ব পর্য্যন্ত করা যায়।  $X$  অজানিত বাধা। ইহার ব্যবহার পদ্ধতি নিম্ন উদাহরণ হইতে সহজে বুঝা যাইবে :

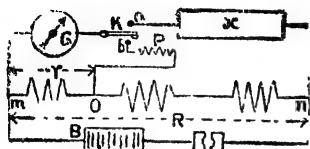
(১) চাবি তুলিয়া P এর বাধা করা হইল ১০ গুণ ও Q এরও বাধা করা হইল ১০ গুণ, সুতরাং যেহেতু  $P/Q = R/X$  হইবে। এখন R হইতে ৫ গুণ এর চাবি তুলিয়া দেখা গেল গ্যালভানোমিটার ডান দিকে ঘুরে। কিন্তু ৬ গুণ বাধা হইলে বামদিকে ঘোরে, অতএব X এর বাধা  $\frac{1}{6}$  গুণ এর মধ্যে।

(২) এখন P কে করা হইল ১০০ ও Q কে ১০ ওম, সুতরাং R ৫০-৬০ ওম এর মধ্যে, দেখা গেল R ৫৬ ওম হইলে যুগ্ম ভানদিকে আর ৭৭ ওম হইলে বাম-দিকে, সুতরাং X ৫'৬-৫'৭ ওমের মধ্যে।

(৩) এখন P কে ১০০০ ও Q কে ১০ ওম করা হইল, সুতরাং R ৬০—৭০ ওম এর মধ্যে হইবে। কিন্তু দেখা গেল R ৬৪ ওম হইলে গ্যালভানোমিটারের স্বর্ণন হয় না। সুতরাং  $X = ০.৬৪$  ওম।

ଗୁରୁବାଧା ( High resistance ) ପରିସାଧ ( ଲ୍ୟାବ-

রেটারী প্রণালী) :—মিটার ব্রিজ দ্বারা মোগোম পরিমিত



চিত্র-৪৩১

বাধা মাপা যায় না। ল্যাবরেটরীতে যে প্রণালী অবলম্বন করা হয় তাহা ৪৩১ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহাতে G একটি অধিক বাধা বিশিষ্ট গ্যালভানোমিটার, R একটি প্রায়

১০,০০০ ওম বাধা, ইহা কতকগুলি বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া প্রস্তুত, x গুরুবাধা বাধাকে মাপিতে ইইবে, P একটি জানিত বাধা, B একটি ব্যাটারি, ও k একটি ভালরূপে রোধিত চাবি, ইহাকে a অথবা b উভয়ের সহিত সংযুক্ত করা যায়। k কে a এর সহিত স্পর্শ করাইয়া গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন  $X_1$  দেখিতে হইবে। পরে k কে b এর সহিত স্পর্শ করাইলে x বাধা সার্কিট হইতে বাতিল হইয়া, জানিত বাধা P এর মধ্য দিয়া পথ সম্পূর্ণ হয়। এখন R কে (দরকার হইলে P কেও) একরূপভাবে ঠিক করিতে হইবে যে এখন গ্যালভানোমিটারের যে ঘূর্ণন হইবে p তাহা যেন পরিমাণে প্রায়  $X_1$  এর মত হয়। অতএব যদি m ও n এর মধ্যে পি, ডি, হয় E এবং m O এর মধ্যে পি, ডি, হয় e এবং প্রথমবারে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহ হয় C ও দ্বিতীয়বারে c, তাহা হইল  $C = \frac{E}{G+x}$  এবং  $c = \frac{e}{G+P}$

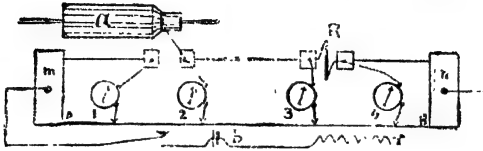
$$\text{অর্থাৎ } \frac{C}{c} = \frac{E}{e} \times \frac{G+P}{G+x} \quad \text{অর্থাৎ } \frac{X_1}{p} = \frac{R}{r} \times \frac{G+P}{G+x}$$

ইহাতে x বাদে বাকী সবগুলি জানিত।

লবুবাধা (Low resistance) পরিমাপ ৪—মোটর বা ডায়নামো আর্শেচারের করেল প্রভৃতির জ্বায় অল্প বাধা ৪৩২ চিত্রে দর্শিত প্রণালীতে মাপা যায়। ইহাতে A B একটি অল্প বাধা বিশিষ্ট গমস্থূল স্ট্যাণ্ডার্ড তার m ও n মোটা ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত



এবং  $m$  ও  $n$  এর বন্ধন স্ক্রু দ্বারা ইহা ব্যাটারি  $b$  ও রিঅষ্ট্যান্ট  $r$  এর সহিত সিরিজে সংযুক্ত (চাবির মধ্য দিয়া)। পরিমাপ্য



চিত্র-৪৩২

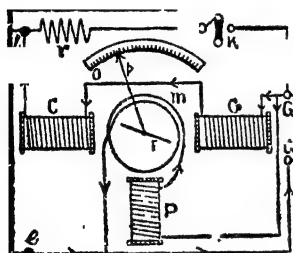
বাধা  $n$  (আর্শ্বেচারের) ও প্রায় ঐ পরিমিত একটি জানিত বাধা  $R$  খাতুখণ্ডের (  $m$  ও  $n$  ) সহিত চিত্রে দর্শিত ভাবে সিরিজে সংযুক্ত। সুতরাং ব্যাটারির সচিত ইহার ও তার  $A B$  প্যারাললে সংযুক্ত। বলা বাহুল্য আর্শ্বেচারের কোন ফাঁস বা কয়েল হইলে ইহাকে আর্শ্বেচার হইতে ঝাল খুলিয়া বাহির করিয়া লইয়া ইহার দুই শেষভাগ ঐ ভাবে সংযোগ করা হয়। একটি খুব প্রবণ ( Sensitive ) গ্যালভানোমিটারের একটি টার্মিনালকে পরিমাপ্য বাধার এক শেষভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া উহার অপর টার্মিনাল হইতে তার লইয়া  $A B$  এর বিভিন্ন স্থানে স্পর্শ করাইয়া এমন একটি স্থান 1 বাহির করিতে হয় যেখানে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না। ঠিক এইভাবে গ্যালভানোমিটারকে উহার অপর শেষভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া  $A B$  তারের উপর 2 বিন্দু এবং  $R$  বাধার শেষভাগের সহিত ক্রমান্বয়ে সংযোগ করিয়া 3 ও 4 বিন্দু নিরূপণ করা হয়। ইহা চিত্রে 1-2-3-4 দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। অতএব ইহা হইতে স্পষ্ট দেখা যায়—  
 $n$  এর শেষভাগের মধ্যে পি, ডি, = 1 ও 2 এর মধ্যে পি, ডি, এবং  $R$ ..... = 3 ও 4.....

অতএব  $\frac{n \text{ শেষভাগের পি, ডি,}}{R \text{.....}} = \frac{1 \text{ ও } 2 \text{ এর মধ্যে পি, ডি,}}{3 \text{ ও } 4 \text{.....}}$

সুতরাং যদি  $n$  ও  $R$  এবং মধ্য দিয়া প্রবাহ হয়  $C$  ও  $A B$  তারের প্রবাহ হয়  $c$  তাহা হইলে

$$\frac{C \times n \text{ এর বাধা}}{C \times R \text{ এর বাধা}} = \frac{c \times (1-2) \text{ তারের বাধা}}{c \times (3-4) \dots \dots \dots}$$

$$\text{বা } a \text{ এর বাধা} = R \times \frac{1-2 \text{ দৈর্ঘ্য}}{3-4 \text{ দৈর্ঘ্য}}$$



চিত্র—৪৩৩

এভারসেডের ওম-মিটার ( Evershed's Ohm-meter )

বা গৃহাদির তার পরীক্ষক যন্ত্র :—ইহার গঠন ও কার্যপ্রণালী ৪৩৩ চিত্র হইতে বুঝা যাইবে।

ইহাতে সমকোণে স্থাপিত দুই জোড়া

কয়েল আছে  $P$  ও  $C$ । ইহাদের মাঝখানে একটি নরম লোহের সূচ  $F$  কীলকে খাটান আছে—এবং এই সূচের সহিত একটি কাঁটা আছে  $p$ , সূচটি ঘুরিলে কাঁটাটি  $O$  স্কেলের উপর ঘূরে। এবং এই সূচটিকে চুম্বক করিবার নিমিত্ত  $P$  হইতে একটি অধিক বাধা বিশিষ্ট উত্তেজক কয়েল  $m$  ইহাকে বেষ্টিত করিয়া আছে। সুতরাং যদিও  $P$  এর নিজের বাধা অধিক নয়,  $m$  এর সহিত সিরিজে সংলগ্ন থাকায় ইহার বাধা খুব অধিক। একটি ছোট ম্যাগনেটো ( উৎপাদক যন্ত্র ) হইতে  $G G$  টার্মিনাল দিয়া এই যন্ত্রের মধ্যে প্রবাহ দেওয়া হয় এবং ইনসুলেশান বা কণ্ডাক্টার যাহার বাধা মাপিতে হইবে তাহাকে  $l$  ও  $e$  টার্মিনাল দ্বয়ের মধ্যে সংযুক্ত করা হয়,  $C$  এর সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয়।  $C$  এর বাধা খুব অল্প বলিয়া প্রায় সমস্ত প্রবাহ এই পথ দিয়াই বহিবার চেষ্টা করে। সেইজন্য ইহাকে কারেন্ট কয়েল বলে। আর  $m$  সমেত  $P$  র বাধা অধিক বলিয়া ইহাকে প্রেশার কয়েল বলে। ম্যাগনেটোটিকে এই যন্ত্র হইতে ৫৭ ফুট দূরে রাখিতে হয়, নচেৎ ইহা দ্বারা সূচটি আকৃষ্ট হইবে। ম্যাগনেটো হইতে প্রবাহ দিলে উহা  $G$  টার্মিনালে দ্রুতভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ  $P$  এর মধ্য দিয়া অপরভাগ  $C$  ও অজানিত বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। পূর্ব প্রবাহ সূচটিকে  $P$  এর মেরুদণ্ডের দিকে স্থাপিত করিবার চেষ্টা করে, আর দ্বিতীয়টি সূচকে  $C$  এর মেরুদণ্ডের দিকে স্থাপিত করিবার চেষ্টা করে। সুতরাং কাঁটাটির স্থান  $P$  ও  $C$  এর প্রবাহের উপর নির্ভর করে, এবং যেহেতু প্রবাহ বাধার বিরূপ, কাঁটার ঘূর্ণন এই দুই পথের বাধার সম্বন্ধের

উপর নির্ভর করে: অজানিত বাধাটি খুব অল্প হইলে অধিকাংশ প্রবাহ C এর মধ্য দিয়া বহে এবং কঁটাটি স্কেলের O চিহ্নিত স্থানের দিকে থাকে, এবং অজানিত বাধা প্রেমার করেল পথের বাধার সহিত তুলনায় খুব অধিক হইলে অধিকাংশ এই পথ দিয়া ( P এর মধ্য দিয়া ) বহে এবং কঁটাটি স্কেলের অপর দিকে যায়। এইভাবে অজানিত বাধা শূন্য হইতে অনন্ত ( Infinity ) হইলে কঁটাটি স্কেলের এক শেষভাগ ( O চিহ্নিত ) হইতে অপর শেষভাগে ( ডানদিকে ) যায় এবং স্কেলটি একপাশে অঙ্কিত যে উহা হইতে বাধা শুমে বা মেগোমে পাওয়া যায়। প্রত্যেক যন্ত্রে একটি 'টু কন্ট্যাক্ট' সুইচ k থাকে, ইহার দ্বারা একটি প্রয়োজন মত সাট বাধা r, P এর সহিত প্যারাললে সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে বিভিন্ন বাধা মাপিবার উপ-যোগী করা হয়।

এই যন্ত্রটির দ্বারা বাড়ির অয়ারিং (Wiring) সহজে পরীক্ষা করা যায়—যথা (১) মেন ও মাটির মধ্যে কিরূপ ইনসুলেসান আছে দেখিতে হইলে সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে খুলিয়া লইয়া, সুইচগুলি লাগাইয়া (on) দিয়া, মেনের এক শেষ ভাগ l টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া অপর টার্মিনালকে উন্মুক্ত রাখিয়া এবং e টার্মিনালকে মাটির সহিত সংযুক্ত করিয়া ম্যাগনেটো হইতে প্রবাহ দিতে হয়। এই যন্ত্রে কঁটার দ্বারা মেন ও মাটির মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা দর্শিত হইবে। (২) দুইটি মেনের মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা দেখিতে হইলে, একটির এক শেষ ভাগ l টার্মিনালের সহিত, অপরটির এক শেষভাগ e টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হয় এবং উহাদের অপর শেষভাগদ্বয় উন্মুক্ত রাখিতে হয় এবং সমস্ত বাতি প্রভৃতিকে পূর্বের ন্যায় খুলিয়া লইতে হয়। বাতি মব্যস্থ সমস্ত বৈদ্যুতিক পথের ইনসুলেসানের বাধা পরীক্ষা করিতে হইলে সমস্ত সুইচ বা ফিউজগুলিকে লাগাইয়া দিতে হয় এবং সমস্ত বাতি প্রভৃতিকে স্ব স্ব স্থানে রাখিতে হয় এবং যন্ত্রটিকে মেনের সহিত সংযোগ করিতে হয়। যদি ইনসুলেসান-বাধা প্রয়োজন মত বাধা অপেক্ষা কম হয় তাহা হইলে বুঝিতে হইবে কোন স্থানে লীক (Leak) হইতেছে। এই লীক ধরিতে হইলে একেবারে দূরবর্তী শেষভাগ হইতে আরম্ভ করিয়া তারের সংযোগ স্থান সকল একটি একটি করিয়া খুলিয়া লইয়া প্রত্যেকবার

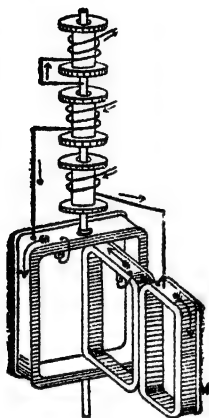
ইনসুলেশানের বাধা পরীক্ষা করিতে হয়। যেখানে ইনসুলেশানের বাধা ঠিকমত দর্শিত হইবে ঠিক তাহার পরেই লীক হইতেছে বুঝিতে হইবে।

নিকটে কোন চুষকরাজ্য থাকিলে বা সন্নিহিত অপর কোন লাইন হইতে লীক হইতে থাকিলে এই পরীক্ষা কার্যের ব্যাঘাত ঘটে। সেইজন্য যে বাটির তার সকল পরীক্ষা করা হয় তাহার রাস্তার মেন ডব্ল পোল সুইচ দ্বারা প্রথমে কাটিয়া দেওয়া হয় এবং ব্যাঘাতকারী কোন কারণ থাকিলে ম্যাগনেটোকে বিপরীত দিকেও ঘুরাইয়া পরীক্ষা কার্য করিলে ভুল সংশোধন হইয়া যায়। এই যন্ত্র ব্যবহার করিবার সময় লক্ষ্য রাখা কর্তব্য, যে লাইন পরীক্ষা করা হইতেছে তাহাতে যে চাপ প্রযুক্ত হয়, পরীক্ষা কালে ম্যাগনেটো হইতে যেন তাহার ২৩গুণ চাপ প্রযুক্ত হয়।

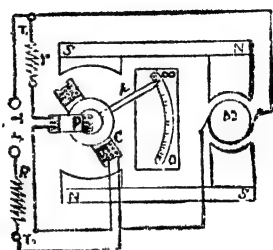
**এভারসেডস্ মেগার (Evershed's Megger) :—**

এই যন্ত্র প্রধানতঃ গুরুবাধা মাপিবার জন্য প্রস্তুত এবং সচরাচর ১০০০ ওম হইতে ২০০০ মেগোম ইহা দ্বারা পরিমিত হইতে পারে। ইহা দুই প্রকারের হয়—পরিবর্তনশীল চাপ (Variable pressure) ও সমভাব চাপে (Constant pressure) ব্যবহারের জন্য। ইহাতে ম্যাগনেটো ও ওমমিটার উভয়েই একত্রে একটি বাস্তুর মধ্যে থাকে এবং ম্যাগনেটোর চুষকের রাজ্যে কাঁটাবিশিষ্ট ঘূর্ণনশীল অংশটি থাকে। এই ঘূর্ণনশীল অংশটি হেলাইয়া স্থাপিত দুইটি কয়েল দ্বারা গঠিত C, P চিত্র ৪৩৫। এই কয়েলদ্বয় ৪৩৪ চিত্রে ভালভাবে দর্শিত হইয়াছে। এবং উহারা পরস্পরের সহিত একরূপ ভাবে আবদ্ধ যে উভয়ে একসঙ্গে ঘুরে। ইহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে ম্যাগনেটোর চুষকরাজ্যে (NS) ইহা ঘুরিয়া যায়। ঘূর্ণনের পরিমাণ প্রবাহ তেজের উপর ও রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে। এই ঘূর্ণন পরিমাণ স্কেলের উপর কাঁটা দ্বারা দর্শিত হয়। রাজ্যতেজকে প্রথর করিবার মিমিত্ত প্রত্যেক কয়েলটির মধ্যে একটি নরম লৌহের রিং আছে। ইহাদিগের মধ্যে P কয়েলটি M ম্যাগনেটোর টার্মিনালদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত

সুতরাং ইহার মধ্যে প্রবাহ তেজ ম্যাগনেটোর টার্মিনালের পি, ডি, অনুযায়ী হয়। অপর কয়েলটি C পরিমাপ্য বাধার সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়,



চিত্র—৪৩৪



চিত্র—৪৩৫

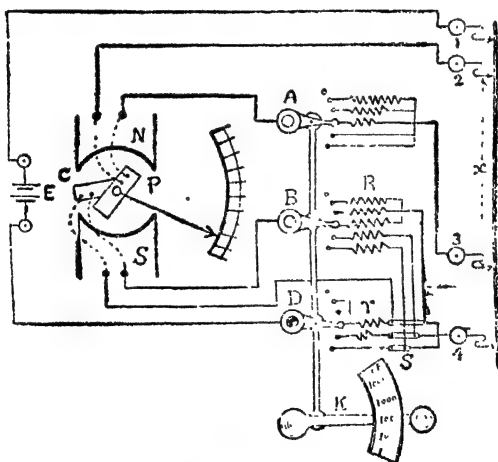
সুতরাং ইহার ঘূর্ণন বল পরিমাপ্য বাধার মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ অর্থাৎ যে প্রবাহ লীক হইয়া বাইতেছে তাহার উপর নির্ভর করে। সুতরাং কয়েলদ্বয়ের ঘূর্ণন হইতে ইহাদিগের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের সম্বন্ধ অর্থাৎ প্রযুক্ত পি, ডি, সহিত যে প্রবাহ লীক হইয়া বাইতেছে তাহার সম্বন্ধ বা অজানিত বাধাটির পরিমাণ নির্ধারণ হয়।

এই যন্ত্রকে একটু পরিবর্তিত করিয়া **ফ্রিজ মেগার** (Fridge megger) নামে একটি যন্ত্র প্রস্তুত হয়। তাহাকে হোয়েটস্টোন ব্রিজ ভাবে ব্যবহার করা চলে ও তদ্বারা ০ হইতে ৫০ মেগোম পর্যন্ত বাধা মাপা যায়।

**এভারসেডস্ ডাক্টার** (Evershed's Ducter) ইহার দ্বারা আর্সেচোর কয়েল প্রভৃতির ভ্রাম্য লবু বাধা পরিমিত হয় এবং ইহার কার্য প্রণালী অনেকটা মেগারের আদ্য। ইহার হেলান কয়েলদ্বয় C ও P (৪৩৬ চিত্র) এর মধ্যে P প্রেসার কয়েল এবং ইহা পরিমাপ্য

অজানিত বাধার (X) শেষভাগদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত—সুতরাং ইহার মধ্যে প্রবাহ তেজ Xএর শেষভাগদ্বয়ের পি, ডি, অনুযায়ী হয়। C কয়েলের এক শেষভাগ Sএর বামদিকে সংযুক্ত, অপর শেষভাগ R বাধার মধ্য দিয়া S এর ডানদিকে সংযুক্ত এবং E ব্যাটারি হইতে S ও অজানিত বাধা x এর মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া হয়। সুতরাং C কয়েলের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ xএর মধ্য দিয়া মোট প্রবাহের উপর নির্ভর করে। এবং C ও P এর মধ্যে প্রবাহের সম্বন্ধ x এর বাধার উপর নির্ভর করে। সুতরাং কয়েলদ্বয়ের ঘূর্ণন হইতে xএর বাধা পরিমিত হয়।

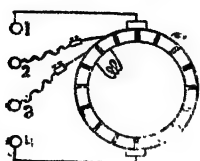
এই যন্ত্রে ১০ মাইক্রোম হইতে ৫ ওম পর্যন্ত বাধা মাপা যায় এবং বিভিন্ন পরিমাপের বাধা মাপিবার জন্য যন্ত্রের মধ্যে ব্যবস্থা আছে। ইহাতে পাঁচটি পথ বিশিষ্ট একটি চাবি (Key) আছে K, ইহা ৫টি পথ-



চিত্র—৪৩৬

বিশিষ্ট ৩টি স্পর্শ-খণ্ড A, B, Cকে স্পর্শ করে। A স্পর্শ-খণ্ড P পথের বাধাকে প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তিত করে। D দ্বারা ব্যাটারি ও অজানিত

বাধা ঠিকমত বাধা  $S$  এর সহিত ও প্রয়োজন হইলে  $r$  বাধার সহিত সংযুক্ত হয়।  $B$  দ্বারা  $C$  কয়েলের পথটি প্রয়োজন মত  $R$  বাধার মধ্য দিয়া  $S$



এর কোন নির্দিষ্ট বাধার সহিত সংযুক্ত হয়।

স্কেলে ০—৫০০ মাইক্রোম পর্যন্ত অঙ্কিত থাকে, কিন্তু

$K$  এর অবস্থা অনুযায়ী ইহাকে ১, ১০, ১০০,

১০০০, বা ১০০০০ দিয়া গুণ করিয়া লইতে হয়।

চিত্র—৪৩৭

৪৩৭ চিত্রে আশ্চেটার কয়েলের বাধা কি ভাবে

পরিমিত হয় দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে মাত্র একটি কয়েল দর্শিত হইয়াছে।

আমিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ :—

$$\text{আমরা জানি } C = \frac{E}{R}, \quad \therefore R = \frac{E}{C}$$

এখন যদি একটি প্রজ্জলিত বাতির বাধা মাপিতে হয়, তাহা হইলে

আমিটার দ্বারা যদি প্রবাহ দেখা যায়  $C$  ও ভোল্টমিটার দ্বারা

পি, ডি, দেখা যায়  $V$  তাহা হইলে ভোল্টমিটারের বাধা  $R$  হইলে ইহার

মধ্যে প্রবাহ  $\frac{V}{R}$ , সুতরাং বাতির মধ্যে প্রবাহ  $= C - \frac{V}{R}$ , সুতরাং বাতির

$$\text{বাধা } C - \frac{V}{R}$$

**পোটেনসিও মিটার (Potentiometer) :—**পি, ডি ও

ই, এম, এফ, মাপিবার নিমিত্ত পোটেনসিওমিটারই সর্বাপেক্ষা ভাল যন্ত্র।

ইহা এই তিনটি বিষয়ে অতুলনীয়—(১) ইহাতে নাল প্রণালী ব্যবহার হয়,

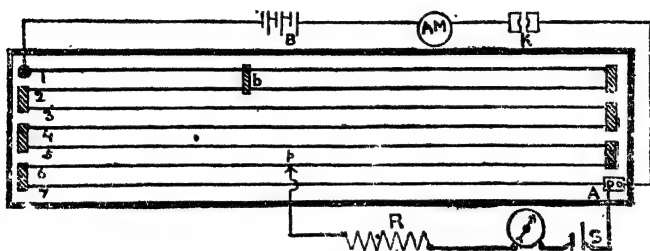
সুতরাং গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন মাপিতে হয় না। (২) ব্যাটারি প্রভৃতি

পরীক্ষা কালে উহা হইতে প্রবাহ লওয়া হয় না, সুতরাং পোলারিজেসন

হইতে পায় না বলিয়া উহার ই, এম, এফ, পরিবর্তিত হইতে পায় না। (৩)

ব্যাটারি বা গ্যালভানোমিটারের বাধা হিসাবের মধ্যে আসে না, কারণ

তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না। প্রবাহ ও বাধা মাপিবার জন্য এই যন্ত্র ব্যবহার হয় এবং আমমিটার ও ভোল্টমিটার ঠিক আছে কিনা দেখিবার জন্য এবং তাহাদিগকে ঠিক ভাবে দাগিয়া লইবার জন্য ইহা ব্যবহার হয়। সংযোজনাদিসহ যন্ত্রটি ৪৩৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র-৪৩৮

ইহাতে একটি কাঠের তক্তার মোটা তাম্রখণ্ড দ্বারা সিরিজে সংযুক্ত সাতটি ১ মিটার লম্বা ম্যাঙ্গানিজ বা প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম তার আছে এবং ইহাদের পার্শ্বে একটি মিটার স্কেল আছে ৩ তারগুলির নিম্ন একটি কাঁচের প্লেট থাকে এবং সংযোজনাদি করিবার নিমিত্ত কতকগুলি বন্ধন স্ক্রু আছে। পরীক্ষাকালে প্রবাহ পরিবর্তিত হইতেছে কিনা খরিবার নিমিত্ত একটি আমমিটার তারগুলির সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয় এবং ব্যাটারি B একটি চাবি K দ্বারা তারগুলির সহিত সংযুক্ত হয় এবং খুব সেনজিটিভ গ্যালভানো-মিটার, যথা, 'ডি-আর্থগভ্যাল' গ্যালভানোমিটার ব্যবহার হয়। পোটেনসিওমিটারের প্রত্যেক তারটির বাধা প্রায় মিটারে ২ ওম।

ব্যবহার কালে ইহার ১ ও A শেষভাগদ্বয় আমমিটার A M ও চাবি K এর মধ্য দিয়া একটি ব্যাটারি B এর সহিত সংযুক্ত হয় এবং S ক্রাকের ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেলের + পোল A এর সহিত ও - পোল একটি বাধা R ও গ্যালভানোমিটারের মধ্য হইয়া চলন-ক্ষম চাবি p এর সহিত সংযুক্ত করা হয়। p চাবিকে A হইতে ১০০.৪ সেমি দূরে স্থাপিত করা হয় (কারণ ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেলের ই, এম, এক, = ১.৪০৪ ভোল্ট)। ব্যাটারি B হেতু A ও p এর মধ্যে = পি, ডি, নিম্ন পথ দিয়া A S R p এর দিকে প্রবাহ বহাইবার চেষ্টা করে ও সেল S এর ই, এম, এক, এই পথে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ p R S A এই দিকে প্রবাহ বহাইবার চেষ্টা করে। অতএব পোটেনসিওমিটারের মধ্যে প্রবাহকে যদি একরূপভাবে পরিবর্তিত করা যায় যে A ও p এর মধ্যে পি, ডি, (ইহা এই পথের বাধা ও প্রবাহের গুণকল) S সেলের ই, এম, এক, এর সহিত সমান হয়, তাহা হইলে এই পথে কোন প্রবাহ বহিবে না ও গ্যালভানোমিটার ঘুরিবে না। এই কার্যে অপর একটি চলনক্ষম

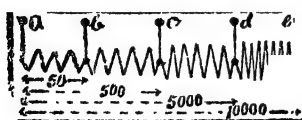


চাবি b এর দ্বারা সাধিত হয়—ইহা পোটেনসিওমিটারের তারগুলিকে সংযুক্ত করিয়া সার্ট সার্কিট করিয়া দেয়। b এর স্থান পরিবর্তিত করিয়া এরূপ একটি স্থান বাহির করা হয় যে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না, সুতরাং তখন A ও p এর মধ্যে পি, ডি, = ১'৪৩৪ ভোল্ট এবং যেহেতু  $Ap = ১৪৩৪$  মিলি-মিঃ ; তারের প্রতি মিলিমিটারে পি, ডি, = '০০১ ভোল্ট।

(১) পোটেনসিও মিটার দ্বারা ই, এম, এফ, পরিমাপ :—

(ক) লঘু ই, এম, এফ,—কোন একটি সেলের ই, এম, এফ, মাপিতে হইলে, S কে অপসৃত করিয়া এই স্থানে সেলটিকে ব্যবহার করিতে হইবে ( সেলের + পোলকে A এর সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে ), এবং b কে ঠিক রাখিয়া p কে সরাইয়া এমন স্থান বাহির করিতে হইবে যেখানে গ্যালভানোমিটার ঘোরে না। যদি এই স্থানটি A হইতে ১৫০০ মিলি-মিঃ দূরে হয় তাহা হইলে সেলের ই, এম, এফ, =  $১৫০০ \times '০০১$  ভোল্ট = ১'৫ ভোল্ট। এইভাবে প্রায় ৫'৫ ভোল্ট পর্যন্ত মাপা চলে।

(খ) গুরু ই, এম, এফ, পরিমাপ :—প্রায় ২০০। ২৫০ ভোল্ট পি, ডি, মাপিতে হইলে যে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে ঐ পি, ডি, তাহা একটি গুরু বাধার ( ১০,০০০ ওম বা আরও অধিক ) সহিত সংযুক্ত করিয়া, এই বাধার কোন পরিমিত অংশে পতিত পোটেনশ্যল পরিমাণ উক্ত প্রণালী মতে মাপা হয় ও ইহা হইতে সমস্ত বাধাটিতে পতিত পোটেনশ্যল পরিমাণ বা পরিমাপ্য পি, ডি, হিসাব করিয়া লওয়া হয় ( পোটেনশ্যল বাধার অল্পপাতে পতিত হয় )। এই কার্যে ভোল্ট বক্স ( Volt Box ) নামে একটি বাধা সমন্বিত বাক্স ব্যবহার করিতে হয়।



চিত্র—৪৩৯

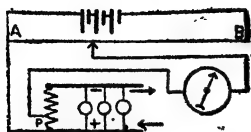
ইহার বিভিন্ন অংশাবলীর বাধা—

ab = ৫০ ওম, ac = ৫০০ ওম,

ad = ৫০০০ ওম, ae = ১০,০০০ ওম। ( চিত্র—৪৩৯ দ্রষ্টব্য।

সুতরাং পোটেনসিওমিটারে মাপিয়া যদি দেখা যায় যে a ও b এর

মধ্যে পি,ডি, = ১.১ ভোল্ট, তাহা হইলে a e-এর মধ্যে বা মোট পি,ডি, =



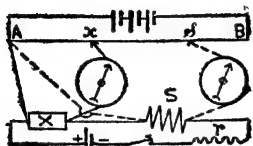
চিত্র—৪৪০

$$\frac{১১.১}{৫.০} \times ১.১ \text{ ভোল্ট} = ২২.০ \text{ ভোল্ট}।$$

৪১০ চিত্রে পোটেনসিওমিটারের সহিত ভোল্ট বাক্স প্রভৃতির সংযোজন পদ্ধতি দর্শিত হইল, P ভোল্ট বাক্স।

(২) পোটেনসিও মিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ :—

(ক) লঘু বাধা :—৪৪১ চিত্রে সংযোজন ও কার্য্য পদ্ধতি দর্শিত



চিত্র—৪৪১

হইল। X পরিমাপ্য অজানিত বাধা, ইহা একটি জ্ঞানিত ষ্ট্যাণ্ডার্ড বাধা S, একটি পরিবর্তনীয় বাধা r ও একটি আকুমুলেটরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত। গ্যালভানোমিটারকে x ও Sএর শেষভাগে

সংযুক্ত করিয়া পোটেনসিওমিটারে x স্থানটি বাহির করিতে হইবে।

Xএর শেষ ভাগদ্বয়ের পি,ডি,

Sএর শেষ ভাগদ্বয়ের পি,ডি,

$$= \frac{(X \text{ প্রবাহ}) \times (X \text{ এর বাধা})}{(S \text{ প্রবাহ}) \times (S \text{ এর বাধা})} = \frac{X \text{ এর বাধা}}{S \text{ এর বাধা}}$$

$$\text{অর্থাৎ } X \text{ এর বাধা} = \frac{X \text{ এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি,ডি,}}{S \text{ „ „ „ „}} \times S \text{ এর বাধা}$$

$$\text{বা } X \frac{১ \times D}{১ \times d} S = \frac{D}{d} S \quad D = A \text{ হইতে } X \text{ এর দৈর্ঘ্য} \\ d = A \dots S \text{ „ „}$$

(খ) গুরু বাধা :—X গুরু হইলে ইহার কোন অংশের পি, ডি, ও তাহা হইতে ঐ অংশের বাধা বাহির করিয়া মোট X এর বাধা হিসাব করিয়া লইতে হয়।

জটিল :—আমিটার দ্বারা X এর মধ্যে বহমান প্রবাহ মাপিলে Sএর প্রয়োজন হয় না।  $R = EC$  এই সম্বন্ধ হইতে R পাওয়া যায়, ( $E = R$ এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি,ডি,)

(৩) পোটেনসিওমিটার দ্বারা প্রবাহ পরিমাপ :—

প্রবাহকে অবস্থানুসারে জানিত ষ্ট্যাণ্ডার্ড লম্বু বাধা (১, ১০, ১০০ ও ১০০০ বা তদপেক্ষা কম) দিয়া প্রবাহিত করা হয় ও বাধাটির শেষভাগদ্বয়ের পি, ডি, পোটেনসিওমিটার দ্বারা নির্ধারণ করা হয়। প্রবাহ = (পি, ডি) ÷ (বাধা)

এইভাবে খুব অল্প হইতে খুব অধিক প্রবাহ পর্য্যন্ত নির্ভুল ভাবে মাপা যায় এবং বিশুদ্ধ তাম্র প্রস্তুত করণে যে অত্যধিক প্রবাহ ব্যবহার হয় তাহা এই প্রণালীতে মাপা হয়।

পোটেনসিওমিটার ব্যবহারের দ্বিতীয় প্রণালী—ইহাতে ৪০৮ চিত্রে দর্শিত চলনক্ষম চাবি  $b$  থাকে না, এবং ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেল  $S$  ব্যবহার করিয়া  $p$  চলনক্ষম চাবি দ্বারা কোন্ স্থানে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না বাহির করিতে হয়। যদি পোটেনসিওমিটারের মধ্যে প্রবাহ হয়  $C$  এবং উহার একক দৈর্ঘ্যের বাধা হয়  $R$ , একক দৈর্ঘ্যের পি, ডি, =  $C R$  ভোল্ট।

অতএব  $A$  ও  $p$  এর মধ্যে পি, ডি, =  $C R \times$  দৈর্ঘ্য  $A p$  ভোল্ট।

অর্থাৎ  $C R \times$  দৈর্ঘ্য  $A p = ১.৪৩৪$ । বা  $C R = \frac{১.৪৩৪}{\text{দৈর্ঘ্য } A p}$  ভোল্ট।

এখন ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেলের পরিবর্তে যাহার ই, এম, এফ, মাপিতে হইবে তাহাকে ঐ স্থানে ব্যবহার করা হয় এবং যদি এখন  $L$  বিন্দুতে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন না হয়—

$A$  ও  $L$  এর মধ্যে পি, ডি, =  $C R \times$  দৈর্ঘ্য  $A L$  ভোল্ট

$$= \frac{১.৪৩৪}{\text{দৈর্ঘ্য } A p} \times \text{দৈর্ঘ্য } A L \text{ ভোল্ট।}$$

অর্থাৎ পরিমাপ্য ই, এম, এফ, =  $\frac{A L}{A p} \times ১.৪৩৪$  ভোল্ট।

## একবিংশ পরিচয় ।

সওদাগরি পরিমাপক যন্ত্রাদি ।

(Commercial measuring Instruments)

(১) আমমিটার (Ammeter)—ইহার দ্বারা আমপেয়ার হিসাবে কোনও পথের প্রবাহ মাপা হয় । ইহার মূলে নিম্নলিখিত বৈদ্যুতিক ফলগুলি ব্যবহৃত হয় । (ক) প্রবাহের তাপকণ্ড—তপ্ত তারের যন্ত্র (Hot wire instrument) (খ) বিদ্যুৎ চুম্বক ফল—চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল, যথা, ঘূর্ণনশীল লৌহ যন্ত্রে, বা প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল—যথা, ঘূর্ণনশীল কয়েল যন্ত্রে, (গ) প্রবাহের উপর প্রবাহের ফল—ডায়নামোমিটার যন্ত্রে ।

(২) ভোল্টমিটার (Voltmeter)—ইহার দ্বারা কোন বৈদ্যুতিক পথের কোন বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে চাপ পার্থক্য ভোল্ট হিসাবে মাপা হয় । ইহাতে উল্লিখিত ফলগুলি ব্যতীত বার্ষিক বৈদ্যুতিক আকর্ষণ ও নিক্ষেপন ফল ব্যবহার হয়, যথা বার্ষিক বৈদ্যুতিক ভোল্টমিটার ।

(৩) লিপিবদ্ধকারী (Recording) আমমিটার ও ভোল্টমিটার :—ইহারা চলন্ত কাগজের উপর কোনও সময়ের মধ্যে প্রবাহ ও পি, ডি, কিরূপভাবে পরিবর্তিত হইয়াছে তাহা লিপিবদ্ধ করে ।

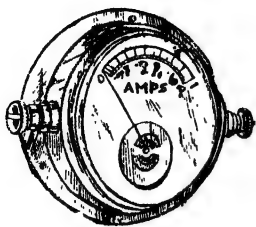
(৪) ওয়াটমিটার (Watt meter)—ইহার দ্বারা পথের কোন স্থানে, কোন সময়ে, কি হারে শক্তি ব্যয় হইতেছে তাহা ওয়াট হিসাবে মাপা হয় ।

(৫) লিপিবদ্ধকারী (Recording) ওয়াটমিটার :—ইহারা কোন সময়ের মধ্যে কি ভাবে শক্তি ব্যয়ের হার পরিবর্তিত হইয়াছে তাহা লিপিবদ্ধ করে ।

( ৬ ) বিদ্যুৎমাপক ( Electricity meter ) :—ইহার দুই প্রকারের ( ক ) আমপেয়ার-আওয়ার ( Ampere-hour ), কুলম্ব (Coulomb) বা কোয়ান্টিটি (quantity, পরিমাণ) মিটার। ইহাদের দ্বারা কোনও সময়ের মধ্যে সরবরাহ বিদ্যুতের পরিমাণ মাপা হয়, (খ) ওয়াট-আওয়ার ( Watt-hour ) বা এনার্জি ( Energy, শক্তি ) মিটার :—ইহার দ্বারা কোনও সময়ের মধ্যে সরবরাহ মোট বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাণ মাপা হয়। প্রথমটির দ্বারা CT এবং দ্বিতীয়টির দ্বারা ECT মাপা হয়।  $C =$  প্রবাহ,  $T =$  ঘণ্টা হিসাবে পরিমিত যে সময় ব্যাপিয়া প্রবাহ বহে এবং  $E =$  ভোল্টে পরিমিত চাপ। ওয়াট মিটারগুলিতে সাধারণতঃ B.O.T. ( Board of Trade ) 'একক' হিসাবে শক্তি মাপা হয়। এই একককে কিলোওয়াট-আওয়ার ( Kilowatt-hour,  $kwh = ১০০০$  ওয়াট-আওয়ার ) বলে। একতাব ভোল্টেজ বিশিষ্ট পথে ওয়াট-আওয়ার আমপেয়ার-আওয়ারের অনুপাতে হয়, সুতরাং আমপেয়ার-আওয়ার ইহাতেই B. O. T. একক পরিমিত হয়। ইলেকট্রিসিটি মিটারগুলিতে নিম্ন-লিখিত প্রণালীগুলি ব্যবহৃত হয়, (১) রাসায়নিক ক্রিয়া ( Electrolytic meter ) (২) গতিদ ক্রিয়া ( Motor meter ) (৩) ঘটিকা প্রণালী ( Clock meter ) (৪) তাপকণ্ড ( Thermal meter )।

( ৭ ) ম্যাক্সিমাঙ্ক ডিমান্ড ইণ্ডিকেটর (Maximum Demand Indicator) :— ইহার দ্বারা কোন সময়ের মধ্যে সর্বাপেক্ষা অধিক কি পরিমাণ প্রবাহ ব্যবহৃত হইয়াছে তাহা দৃষ্ট হয়। ইহা ইলেকট্রিসিটি মিটারের একটি রকম, ইহাতে তাপকণ্ড ব্যবহৃত হয়।

আমমিটার ও ভোল্টমিটার এবং তাহাদের মধ্যে পার্থক্য :—ইহার প্রায় একরূপ, কেবলমাত্র আমমিটারের বাধা অল্প, ভোল্ট মিটারের বাধা অধিক এবং আমমিটারকে পরীক্ষাধীন পথের সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, ভোল্টমিটারকে প্যারালালে সংযুক্ত করিতে হয়।

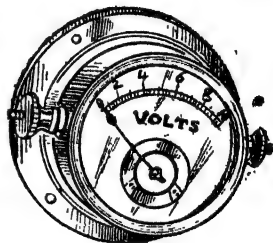


চিত্র—৪৪২

যেহেতু আমমিটার দ্বারা প্রবাহ পরিমিত হয়, ইহাকে প্রবাহবান্ পথের সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৪৪২. এবং ইহার বাধা খুব অল্প হওয়া প্রয়োজন নচেৎ প্রবাহ হ্রাস হইবে, ইহার মধ্যে অধিক ভোল্টেজ পতিত হইবে ( $E = C \times R$ ), এবং ইহার মধ্যে প্রচুর শক্তি অপব্যয় হইবে ( $W = C^2 R$ ). বধা—প্রবাহ যদি ১০ আম্প ও আমমিটারের বাধা ১ ওম হয়, তাহা হইলে ইহার মধ্যে ব্যয়িত ক্ষমতা  $= ১০^2 \times ১ = ১০০$  ওয়াট, কিন্তু বাধা

১০১ ওম হইলে অপব্যয়িত ক্ষমতা  $= ১০^2 \times ১০১ = ১০১০$  ওয়াট।

ভোল্টমিটার দ্বারা কোন বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, পরিমিত হয় বলিয়া ইহাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যস্থ পথের সহিত প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৪৪৩ এবং ইহার বাধা খুব অধিক হওয়া প্রয়োজন। ইহার কারণ নিম্ন উদাহরণ হইতে বুঝা যাইবে। কোন পথে একভাবে ১০ আম্প প্রবাহ বহমান এবং এই পথে একটি ৪ ওম বাধা বিশিষ্ট করেল আছে। তাহা হইলে এই কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,  $= ১০ \times ৪ = ৪০$  ভোল্ট। এখন যদি ১ ওম বাধা বিশিষ্ট ভোল্টমিটার কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের সহিত প্যারালালে (সাঁটভাবে) সংযোগ করা হয়, তাহা হইলে মোট বাধা হইবে  $\frac{৪ \times ১}{৪ + ১} = \frac{৪}{৫}$  ওম।



চিত্র—৪৪৩

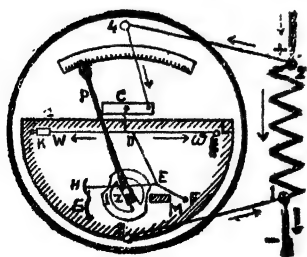
হুতরাং এখন কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে পিডি  $= ১০ \times \frac{৪}{৫} = ৮$  ভোল্ট। অর্থাৎ ৪০ ভোল্ট পি, ডি, ৮ ভোল্টে পরিণত হইতেছে, হুতরাং পি, ডি, সঠিক পরিমিত হইল না। কিন্তু যদি ভোল্ট মিটারের বাধা হয় ৪০০০ ওম, তাহা হইলে মোট বাধা হইবে  $\frac{৪ \times ৪০০০}{৪ + ৪০০০} = \frac{১৬০০০}{৪০০৪} = ৩.৯৯৬$  ওম। এবং কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ে পি, ডি,  $= ১০ \times ৩.৯৯৬ = ৩৯.৯৬$  বা প্রায় ৪০ ভোল্ট, অর্থাৎ পূর্ব ভোল্টেজের সহিত সমান। আরও দৃষ্ট হইবে যে ভোল্ট মিটার এইরূপ অধিক বাধা বিশিষ্ট বলিয়া উহার মধ্যে অপব্যয়িত ক্ষমতাও অল্প। বধা, ধরা বাউক, যেন কোনস্থানদ্বয়ের মধ্যে একভাবে ১০০ ভোল্ট পি, ডি, বর্তমান, তাহা হইলে ৪০০০ ওম বাধা বিশিষ্ট ওমমিটারের মধ্যে ব্যয়িত ক্ষমতা  $\frac{E^2}{R} = \frac{৪০০^2}{৪০০০} = ৪০$  ওয়াট কিন্তু ১ ওম বাধা বিশিষ্ট হইলে ব্যয়িত ক্ষমতা  $= \frac{৪০০^2}{১} = ১৬০,০০০$  ওয়াট। অতএব দেখা যাইতেছে যে ভোল্টমিটারের মধ্যে অপব্যয়িত ক্ষমতার পরিমাণ হ্রাস করিতে হইলে

ইহার বাধা অধিক হওয়া প্রয়োজন। ভোল্ট মিটারের বাধা পরিমাপ্য পি.ডি, অনুযায়ী হয়। যথা—আকুমুলেটর প্রভৃতির সেলের ই, এম, এফ, পরীক্ষার্থে ৬ হইতে ১৫ ওম বাধা বিশিষ্ট ভোল্টমিটার সচরাচর ব্যবহৃত হয় এবং ১১০ ভোল্ট পি.ডি, বিশিষ্ট পথে ১০০০০ ওম পর্যন্ত বাধা বিশিষ্ট যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

আমমিটার ও ভোল্টমিটারের পরিমাপ ক্ষমতা বৃদ্ধি :—অধিক পরিমাণ প্রবাহ মাপিবার নিমিত্ত আমমিটারের মধ্যে সার্কিট ব্যবহারের ব্যবস্থা থাকে, যাহাতে পরিমাপ্য প্রবাহের কোন নির্দিষ্ট অংশ আমমিটারের মধ্য দিয়া বহে, বাকী ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়া বহে। যথা—যদি কোন আমমিটার সর্বাপেক্ষা অধিক ১ আম্প প্রবাহ বহনক্ষম হয়, তাহা হইলে ১ আম্প প্রবাহ মাপিতে হইলে উহার বাধার  $\frac{1}{2}$  একটি বাধাকে উহার সহিত সার্কিট সংযোগ করিয়া দিতে হইবে। তাহা হইলেই মোট প্রবাহের  $\frac{2}{3}$  ভাগ অর্থাৎ ১ আম্প আমমিটারের মধ্য দিয়া বহিবে। সেইরূপ ১০ আম্প, বা ১০০ আম্প প্রবাহ মাপিতে হইলে যথাক্রমে  $\frac{1}{10}$  বা  $\frac{1}{100}$  সার্কিট ব্যবহার করিলে ১ আম্প আমমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবে। এইরূপ সার্কিট বিশিষ্ট আমমিটার একরূপভাবে চিহ্নিত হয় যে তাহা হইতে মোট প্রবাহ দৃষ্ট হয়। ভোল্ট মিটারের পরিমাপ ক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য ইহার মধ্যে বাধা করলে সিরিজে সংযোগ করিবার ব্যবস্থা থাকে। যথা—এই কয়েলের বাধা আমমিটারের বাধার সমান, ত্রিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি হইলে মোট পি.ডি, ভোল্টমিটারের পি. ডি, ২, ৩ বা ৪ গুণ। অর্থাৎ সিরিজে সংযুক্ত কয়েলের বাধা ভোল্টমিটারের বাধার A গুণ হইলে মোট পি. ডি, ভোল্টমিটার পি.ডি,র (A + ১) গুণ। এই ভোল্ট মিটার গুলি একরূপভাবে চিহ্নিত হয় যে ইহাতে একেবারে মোট পি.ডি, দৃষ্ট হয়।

## হট অয়্যার (তপ্ত তার) আমমিটার ও ভোল্টমিটার

৪৪৪ চিত্রে হট অয়্যার আমমিটারের কাঠামো দর্শিত হইল। ইহাতে



চিত্র—৪৪৪

একটি প্লাটিনাম-সিলভার তার Ww এর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবার সময়, তাপোৎপত্তি হেতু উহার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হইতে প্রবাহ পরিমিত হয়। সেইজন্য ইহাকে মাপক তার বলে। এই Ww তারটি একটি পিত্তল পাতের উপর এক দিকে (ডানদিকে) L একটি ভজানাইট

কিতার সহিত আবদ্ধ এবং এখানে পিত্তলপাতের সহিত ধাতব সংযোগজন

দ্বারা বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত, অপরদিকে ( বামদিকে )  $Ww$  তারটি পিত্তল পাতস্থিত  $K$  বন্ধন স্ক্রুর সহিত টানিয়া আবদ্ধ। তারটির প্রায় মাঝখান হইতে  $DEF$  একটি ফসফর-ব্রঞ্জের তার  $F$  দণ্ডে টানিয়া আবদ্ধ— $F$  দণ্ডটি পিত্তল পাত হইতে রোধিত।  $DEF$ এর প্রায় মাঝখান হইতে  $EZH$  একটি সিদ্ধ তন্তু একটি ঘূর্ণনক্ষম চাকতি বা পুলিকে (Pulley) একপাক বেঁঠন করিয়া ( $S$ ) ষ্টিল স্প্রিংএর সহিত আবদ্ধ। সুতরাং উহাও ( তন্তু ) টানিয়া আবদ্ধ এবং  $Ww$  একটু আলগা হইলেই ( বন্ধিত হইলে )  $S$  স্প্রিং সিদ্ধ তন্তুকে টানিয়া পুলিটিকে ঘুবাইবে। এই পুলিটির কীলকের (Spindle) সহিত একটি এলুমিনিয়াম কাঁটা  $P$  আবদ্ধ আছে—ইহার দ্বারা স্কেলের উপর প্রবাহ পরিমাণ দর্শিত হয়। যন্ত্রটিকে ‘ডেডরীট’ করিবার জন্ত পুলির কীলকের সহিত একটি এলুমিনিয়াম চাকতি আবদ্ধ থাকে এবং এই চাকতি  $M$  স্থায়ী চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে স্থাপিত।  $C$  একটি তাম্র ফিতা, উহা পিত্তল পাত হইতে রোধিত বটে, কিন্তু  $Ww$  তারের ঠিক মধ্যস্থলের সহিত স্প্রিং দ্বারা বৈদ্যুতিক ভাবে সংযুক্ত, যাহাতে তারটি বাতাসে কম্পিত না হয় এবং উহা ৪ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত, অপর টার্মিনাল ৩ পিত্তলপাতের সহিত আবদ্ধ। ৩ ও ৪ টার্মিনালদ্বয় কনষ্ট্যান্টিন নামক মিশ্র ধাতু নিশ্চিত ১, ২ সার্ণ্টের সহিত সংযুক্ত। প্রায় ১০০ অ্যাম্প পর্য্যন্ত প্রবাহ মাপিবার উপযোগী যন্ত্রে এই সার্ণ্ট সচরাচর যন্ত্রের মধ্যে উহার পশ্চাভাগে থাকে, কিন্তু তদপেক্ষা অধিক প্রবাহ মাপিবার উপযোগী যন্ত্রে ইহা পৃথক থাকে এবং কার্যকালে প্রয়োজন মত সার্ণ্ট টার্মিনালদ্বয়ের সহিত ( প্যারাললে ) সংযুক্ত করা হয়।

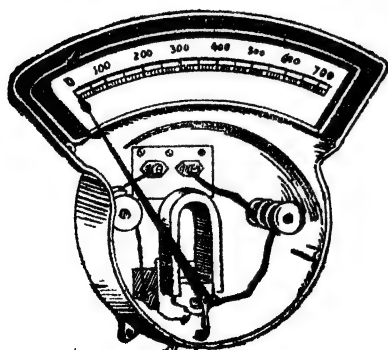
কার্যাবলী :—পরিমাপ্য প্রবাহ ২ স্থানে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া এক-ভাগ ১, ২ সার্ণ্টের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, অপর ভাগ ৪, টার্মিনাল হইতে  $C$  ও তথা হইতে  $Ww$ তে যাইয়া দুইভাগে বিভক্ত হয়। একভাগ  $W$ তে যাইয়া অপর ভাগ  $w$ তে যাইয়া, উভয়ে পিত্তল পাতে পুনঃ সম্মিলিত



হইয়া ৩ টার্মিনাল দিয়া ১ তে প্রবাহিত হয়। ইহার ফলে  $Ww$  তারটি উত্তপ্ত হইয়া দৈর্ঘ্যে বর্দ্ধিত হয়, স্ততরাং  $S$  প্রিং দ্বারা স্প্রিং স্কেলের উপর চালিত হয়। স্কেলটি পোটেনসিওমিটার বা অন্য কোন যন্ত্রের সহিত তুলনা করিয়া এরূপভাবে চিহ্নিত যে ইহাতে একেবারে মোট প্রবাহ পরিমাণ দর্শিত হয়।

দ্রষ্টব্য :—(  $L$  ) ভকুয়াম টি ফিটাটি ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে তপ্ততা বৃদ্ধিতে  $Ww$  ও পিত্তল পাতের মধ্যে বিচ্ছারণের পার্থক্য ইহার সঙ্কোচন দ্বারা নাশ করা হয়।

হট অম্মার ভোল্টমিটার ঠিক হট অম্মার আর্মিমিটারের ন্যায়। প্রভেদ এই যে  $Ww$  তারটি অপেক্ষাকৃত স্বল্প ও ১, ২, সান্টের পরিবর্তে কন্ট্রোল-স্ট্রিংয়ের একটি বাধা দায়ক তার বা কয়েল ইহার সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়। ১০ ভোল্ট হইতে তদুর্দ্ধ ভোল্টেজ পরিমাপের উপযোগী ফিউজ বিশিষ্ট হয় এবং প্রায় ৪০০ ভোল্ট পর্যন্ত মাপিবার উপযোগী যন্ত্র-গুলিতে ঐ সিরিজ বাধা উগাদের অভ্যন্তরে পশ্চাত্তাগে থাকে। তদুর্দ্ধ পরিমাপের উপযোগী যন্ত্রগুলির জন্ত পৃথক বাকের মধ্যে এই বাধা থাকে, কার্যকালে সংযোগ করিয়া লইতে হয়।



চিত্র—৪৪৫

কয়েল ঘূর্ণনশীল (Moving coil) আম-মিটার ও ভোল্ট-মিটার :—ইহাদের মধ্যে চুম্বক রাজ্যে প্রবাহবান্ কয়েলের ঘূর্ণনদ্বারা প্রবাহ ও পি,ডি, পরিমিত হয়, স্ততরাং ইহাদিগের গঠন ও কার্যপ্রণালী কয়েল ঘূর্ণনশীল গ্যালভানোমিটারের মত।

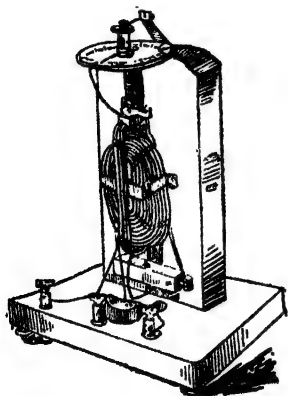
৪৪৫ চিত্রে এই যন্ত্রের অভ্যন্তর ভাগ দর্শিত হইল। ইহাতে একটি অখকুরাকৃতি চুম্বক ও উহার মেরুখণ্ডের আছে, মেরুখণ্ডের মাঝে খাটান নরম লৌহের চৌকাঁকার আর্মচার (রাজ্যতেজ প্রথর করিবার জন্ত) ও তদুপরি এলুমিনিয়াম ফ্রেমে জড়ান ঘূর্ণনক্ষম কয়েল, এবং আচুম্বক মিশ্রধাতুর দুইটি হেয়ার স্প্রিং আছে, একটি অপরটির বিপরীত দিকে জড়ান, বাহাতে তদুত্তা পরিবর্তনে সন্ধোচন বা বিক্ষারণ হেতু কোন প্রকার কল না হয় এবং কয়েলের উপর দিকস্থ হেয়ার স্প্রিংএর এক শেষভাগ কয়েলের তারের এক শেষ ভাগের সহিত ও নিম্নদিকস্থ হেয়ার স্প্রিংএর এক শেষ ভাগ অপর শেষ ভাগ কয়েলের সহিত সংযুক্ত। স্প্রিং দ্বয়ের অপর শেষ ভাগগুলি স্থির অংশের সহিত আবদ্ধ, এবং ইহারাই কয়েলের মধ্যে প্রবাহ প্রবেশের ও উহা হইতে নির্গমের পথ এবং কয়েলের ঘূর্ণনকে তত্ত্বাবধান (Control) করে। কয়েলের সহিত একটি এলুমিনিয়াম কাঁটা আবদ্ধ থাকে, ইহা স্কেলের উপর প্রবাহ বা ভোল্টেজ পরিমাণ নির্দেশ করে। এই সমস্ত সরঞ্জামটি লৌহ আবৃত, বাহাতে বাহ্যিক চুম্বক দ্বারা ইহার উপর কোন কল না হয়। সাধারণ অবস্থায় কয়েলটি মেরু সংযোজক রেখায় ৪৫° কোণ করিয়া অবস্থান করে। ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবার সময় ইহার ঘূর্ণনদিক “বামমুখ নিয়ম” হইতে পাওয়া যায়। বলা বাহুল্য অণ্টারনেটিং কারেন্ট হইলে এই যন্ত্র ব্যবহার করা চলিতে পারে না। আম-মিটারে সাণ্টে ও ভোল্টমিটারে সিরিজে বাধা ব্যবহার করা হয় এবং ভোল্টমিটারের কয়েলটি অধিক বাধা বিশিষ্ট সর্ব তারের।

**লৌহ ঘূর্ণনশীল (Moving iron) আমমিটার ও ভোল্ট মিটার**—এই যন্ত্রগুলিতে নিম্নলিখিত প্রণালী ব্যবহার হয়। (১) প্রবাহবান্ সলিনয়েড বা কয়েলের ঠিক মধ্যস্থলে রাজ্যতেজ সন্ধাপেক্ষা প্রথর ও সমভাব, (২) কিন্তু শেষ ভাগদ্বয়ের নিকটে তারের সন্নিহিত স্থানে রাজ্য প্রথর, কারণ এই স্থানে অনেক বলরেখা গাত্র দিয়া নির্গত হইয়া যায় (চিত্র—১৭৪ দ্রষ্টব্য), সুতরাং কয়েলের মধ্যে একটি লম্বা নরম লৌহ বুলান থাকিলে উহা তারের দিকে আকৃষ্ট হইবে, আর যদি লৌহটি ছোট হয় তাহা হইলে কয়েলের ঠিক মধ্যস্থলে যাইবে। লৌহটির স্থানচ্যুতি প্রবাহ তেজের উপর নির্ভর করে, সুতরাং ইহা হইতে প্রবাহ ও পি, ডি, পরিমিত হইতে পারে।

**ডায়নামোমিটার টাইপ আমমিটার ও ভোল্টমিটার**—ইহাদের কাষ্ঠ পদ্ধতি নিম্নলিখিত নিয়মগুলির উপর নির্ভর করে—(১) একই দিকে বহমান সমান্তরাল প্রবাহদ্বয়ের

মধ্যে আকর্ষণ, বিপরীত দিকে বহমান সমান্তরাল প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ (চিত্র ১৮৪ দ্রষ্টব্য), (২) একই বিন্দুর দিকে বহমান বা তথা হইতে নির্গত কৌণিক প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ ও একটি, কোন বিন্দুর দিকে, অপরটি, বিন্দু হইতে, বহমান এরূপ কৌণিক প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ (চিত্র ১৮৫ দ্রষ্টব্য) এবং (৩) আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপণ বল প্রবাহদ্বয়ের গুণফল ও তারের দৈর্ঘ্য অনুপাতে হয় ও তাহাদের ব্যবধানের বিরূপ ভাবের হয়। সুতরাং ইহা দ্বারা প্রবাহ তেজ বা পি,ডি, পরিমিত হইতে পারে। এই যন্ত্রের সুবিধা এই যে প্রবাহের দিক বিপরীত হইলেও কাঁটার ঘূর্ণন বিপরীত হইবে না, কারণ উভয় তার বা কয়েলে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হয় সুতরাং ইহা ডাইরেক্ট ও অন্টার-নেটিং উভয় প্রকার প্রবাহের পক্ষে ব্যবহৃত হইতে পারে।

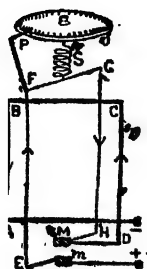
**ওয়াট মিটার** (Watt-meter—Siemen's watt-meter) :—ইহার প্রণালী ঠিক সিমেন্স ইলেকট্রো-ডায়নামোমিটারের



চিত্র -- ৪৪৬

ইহা ভোল্টমিটার কয়েল। সাধারণ অবস্থায় কয়েলদ্বয়ের তল পরস্পরের সহিত সমকোণ করিয়া অবস্থান করে এবং তাহাদের সহিত সংযুক্ত

মত, ৪৪৬ চিত্র। ইহার কাঠাম ৪৪৭ চিত্রে দেখান হইল। ইহাতে ঘূর্ণনক্ষম কয়েল ABC মোটা তারের অল্প বাধা বিশিষ্ট এবং ইহা মেন লাইনের সহিত নিরিজে সংযুক্ত হয়, সুতরাং ইহা “আমিটার-কয়েল”। দৃক তারের অধিক পাক বিশিষ্ট EFG কয়েলটি অধিক বাধা বিশিষ্ট এবং ইহা, যাহার ক্ষমতা (Power) বায় মাপিতে হইবে তাহার সহিত সান্টভাবে সংযুক্ত করিতে হয়,

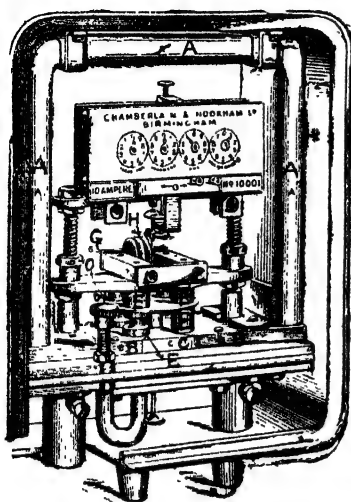


চিত্র—৪৪৭

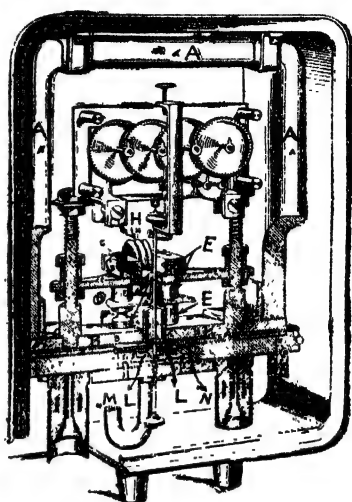
কাঁটা শূণ্য চিহ্নিত স্থানে অবস্থান করে। সংযোজনাতির পর লাইনের প্রবাহ C ঘূর্ণনক্ষম কয়েল ABC এর মধ্য দিয়া বহে এবং উপকরণের টার্মিনাল-দ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, Eএর অনুপাতে অল্প পরিমাণ প্রবাহ EFGএর মধ্য দিয়া বহে। সুতরাং ঘূর্ণনবল এই প্রবাহদ্বয়ের গুণফলের অনুপাতে হয় অর্থাৎ ECএর অনুপাতে হয়। উপকরণের মধ্যে ব্যয়িত ক্ষমতা ECএই গুণ-ফলের অনুযায়ী। ঘূর্ণনক্ষম কয়েলকে ঘুরাইয়া পূর্বস্থানে আনিতে যদি S টর্সান হেডকে (তৎসহ P কাঁটাকে)  $a^\circ$  ঘুরাইতে হয় তাহা হইলে টর্সান হেডে ঘূর্ণনবল  $a^\circ$ র অনুপাতিক এবং ইহা প্রবাহ হেতু ঘূর্ণনবলের সমান, সুতরাং  $EC \propto a$ , অর্থাৎ উপকরণের মধ্যে ব্যয়িত ওয়াট =  $Ka$  ( $K$  = যন্ত্র অনুযায়ী কোন অপরিবর্তনীয় সংখ্যা, ইহা পরীক্ষ দ্বারা নির্ধারণ করিতে হয়)।

ব্যবহার :—ডাইরেক্ট কারেন্টের সহিত ব্যবহার করিবার সময় ঘূর্ণনক্ষম কয়েলের তলকে চুম্বক ‘মেরিডিয়ানে’ লম্ব ভাবে রাখিতে হইবে, বাহ্যতে ইহার উপর ভূ-চুম্বকত্বের কোন ক্রিয়া না ঘটে, এবং সংযোজক তারগুলি খুব সন্নিহিত হওয়া প্রয়োজন, নচেৎ তাহাদের প্রবাহের দ্বারা ইহার উপর ক্রিয়া ঘটিতে পারে। অন্টারনেটিং কারেন্টের সহিত ব্যবহার্য ওয়াট-মিটারের কাঠাম ও ধারক প্রভৃতি অপরিচালকে প্রস্তুত হওয়া বিধেয়, নচেৎ তাহাদিগের মধ্যে এডিকারেন্ট হইবে ও তদ্বারা ঐ কয়েলের উপর ক্রিয়া ঘটিবে। এতদ্ব্যতীত স্থির কয়েলটি দুই পরিবর্তনীয় অংশে গঠিত হওয়া প্রয়োজন, বাহ্যতে ঘূর্ণনক্ষম কয়েলের নিকট রাজ্যভেজকে পরিবর্তিত করিতে পারা যায়। সচরাচর ভোল্টমিটার কয়েলের সহিত একটি বাধা কয়েল (স্বীয় সম্ভাবনহীন) সিরিজে ব্যবহৃত হয়। বাহ্যিকচুম্বক রাজ্য হেতু যন্ত্রটি আক্রান্ত হইলে প্রবাহের দিক বিপরীত করিয়া দ্বিতীয় বার পরীক্ষিত হয়।

পরিমাণ বা শক্তিমাপক (Quantity or Energy meter) :—এরন (Aron) রুক মিটার—ইহাতে পাশাপাশি দুইটি



চিত্র—৪৪৮

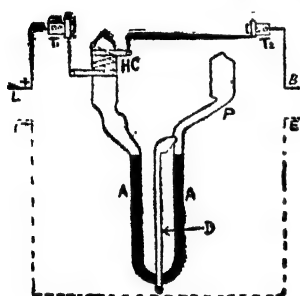


চিত্র—৪৪৯

পেণ্ডুলাম আছে। পেণ্ডুলামের গুলি (Bob) লৌহ নির্মিত ও কয়েল আবৃত এবং গুলিদ্বয়ের কয়েলদ্বয় পরস্পরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত ও লাইনের সহিত সাটে, প্রত্যেক পেণ্ডুলামের ঠিক নিম্নে, একটি খাড়া সলিনয়েড থাকে। এই খাড়া সলিনয়েডদ্বয় পরস্পরের সহিত সিরিজে একরূপ সংযুক্ত যে প্রবাহ বহিবার সময় একটি সালিনয়েডের উপরদিকস্থ গুলির সম্মিহিত শেষভাগে বিপরীত মেরুত্ব ও অপর কয়েল তদুপরিস্থ গুলির অনুরূপ মেরুত্ব সৃষ্টি হয়। সুতরাং একটি গুলি ও তন্নিম্নস্থ সলিনয়েডের মধ্যে আকর্ষণ হয়, সুতরাং এই পেণ্ডুলামের গতি বাড়িয়া যায়  $(t = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}})$  এবং অপরগুলি ও তন্নিম্নস্থ সলিনয়েডের মধ্যে নিক্ষেপ হেতু পেণ্ডুলামের গতি কমিয়া যায়। পেণ্ডুলামদ্বয়ের গতির পার্থক্য চক্রে প্রযুক্ত হয়।

ইহা হইতে আম্প-ঘণ্টা (amp-hours) পরিমিত হয়। এক ভাব চাপ বিশিষ্ট পথে ওয়াট-ঘণ্টা বা B.O.T. ইউনিট ইহাতে পরিমিত হয়। আধুনিক ক্লক মিটারগুলিতে দম দিবার প্রয়োজন হয় না। ইহারা সেল্ফ ওয়াইকিং এবং ইহাদের মধ্যে অটোম্যাটিক রিভার্সিং গিয়ার থাকে। তদ্বারা প্রতি দশ মিনিট অন্তর গুলির কয়েলের মধ্যে প্রবাহ দিক বিপরীত হইয়া যায় ও এইভাবে ভারহীন সময়ের ভুল সংশোধিত হয়।

ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইণ্ডিকেটর ৪—ইহা কাঁচের U আকৃতি A A একটি নলের দ্বারা প্রস্তুত, চিত্র ৪৫০। নলটির শেষভাগদ্বয়



চিত্র—৪৫০

বাহ্যে পরিণত ও একটি (ডানদিকের) নলের গাত্র হইতে একটি নল (D) আছে। অপর নলের বাহ্য (বামদিকের) একটি (H C) কয়েল দ্বারা ঘেরা; এই কয়েল সার্কিটের সহিত যোগ করিতে হয়। A A নলের মধ্যে কিয়ৎ পরিমাণ সালফিউরিক এসিড থাকে। H C কয়েল দিয়া প্রবাহ

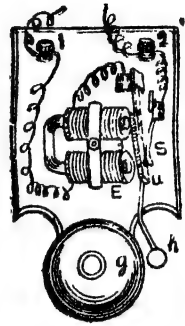
বহিবার সময় ইহা উত্তপ্ত হইয়া বাহ্য মধ্যস্থ বায়ুকে গরম করে। উত্তপ্ত বায়ুর বিস্তারণ হেতু সালফিউরিক এসিড D নলের মধ্যে চালিত হয়। D নলের মধ্যে চালিত এসিডের পরিমাণ বায়ুর তপ্ততা, স্রুতরাং কয়েলের মধ্য দিয়া কোন সময়ে বহমান গরিষ্ঠ প্রবাহ বেগ, অনুযায়ী হয়। এইভাবে কোন সময়ের মধ্যে সর্বাপেক্ষা অধিক কি পরিমাণ প্রবাহ বহিয়াছে তাহা ধরা যায়।

## দ্বাবিংশ পরিচয় ।

ইলেকট্রিক বেল, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোন ।

ইলেকট্রিক বেল্‌স ( Electric Bells ) :—৪৫১ চিত্রে

বৈদ্যুতিক ঘণ্টার কাঠাম হইতে ইহার কার্যপ্রণালী  
বুঝিতে পারা যাইবে। ইহাতে E একটি  
বৈদ্যুতিক চুম্বক, a নরম লৌহের আর্মেচার, ইহা  
শ্রিং দ্বারা একটি স্থানে আবদ্ধ ও সাধারণ অবস্থায়  
S ( অপর শ্রিং ) এর সহিত স্পর্শ করিয়া থাকে ।  
২ টার্মিনাল S এর সহিত ও ১ টার্মিনাল চুম্বক  
কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত, কয়েলের  
অপর শেষভাগ a এর সহিত সংযুক্ত। টার্মিনাল  
দ্বয়কে একটি ‘পুসের’ মণ্য দিয়া লাইনের সহিত সংযুক্ত



চিত্র—৪৫১



চিত্র—৪৫২

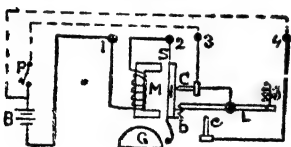
করিয়া ‘পুস’ টিপিলে বৈদ্যু-  
তিক পথ সম্পূর্ণ হয় ও কয়েলে  
প্রবাহ বহা হেতু E লৌহটি  
চুম্বকে পরিণত হইয়া a নরম  
লৌহকে আকর্ষণ করে ও h  
হাতুড়িটি g ঘণ্টার উপর  
পড়িয়া একটি আওয়াজ হয় ।

কিন্তু এটসঙ্গে S ও a এর মধ্যে বিচ্ছেদ ঘটে বলিয়া প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়,  
সুতরাং E এর চুম্বকত্ব নাশ হেতু, শ্রিং দ্বার a পূর্বস্থানে. S এর  
সংস্পর্শে আনীত হয়, এবং তখনও যদি ‘পুস’ টেপা থাকে তাহা হইলে

বৈজ্ঞাতিক পথের সম্পূর্ণতা হেতু  $a$  উক্ত প্রকারে আকর্ষিত হইবে ও আওয়াজ হইবে। এইরূপে যতক্ষণ ‘পুসকে’ টিপিয়া রাখা হইবে, তনবরত ঘণ্টা বাজিতে থাকিবে। ভগ্নকালীন স্বীয় সম্ভাবনের বাড়তি প্রবাহ হেতু বিচ্ছেদ স্থান  $a$  ও  $S$  এর মধ্যে অস্থিমূলিন্দ্র হয় বলিয়, যাহাতে ঐ স্থানের ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত না হয় সেইজন্য প্লাটিনাম বা প্লাটিনো-ইরিডিয়াম থাকে। ৪৫২ চিত্রে পুসের আকার দর্শিত হইল।

দ্রষ্টব্য :—যদি  $a$  কে  $S$  এর মধ্য দিয়া ২ এর সহিত সংযুক্ত না করিয়া সোজা-হুজি ২ এর সহিত সংযুক্ত করা হয়, তাহা হইলে ‘সিঙ্গেল স্ট্রোক’ (Single stroke) ঘণ্টার পরিণত হয়। ইহাতে পুস টিপিলে  $a$  আকর্ষিত হয় ও  $g$  ঘণ্টার উপর পড়িয়া একটি আওয়াজ হয়, কিন্তু বৈজ্ঞাতিক পথ সম্পূর্ণ থাকায়  $E$  লৌহটির চুম্বকত্ব নষ্ট হয় না, সুতরাং  $A$  আর ফিরিয়া আসে না। এক্ষণে স্থলে প্রত্যেক আওয়াজের জন্য পুসকে টিপিতে হয়।

কন্টিনিউয়াস রিজিং বেল :—ইহাতে পুসকে একবার টিপিয়া ছাড়িয়া দিলেও ঘণ্টা বরাবর বাজিতে থাকিবে। ৪৫৩ চিত্রে ইহার কাঠামো দর্শিত হইল। ইহাতে

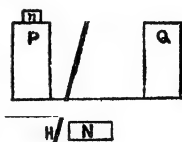


চিত্র—৪৫৩

আমেচার  $I$  হইতে একটু খাতু নির্গত হইয়া আছে এবং ঐ নির্গত অংশের উপর একটি লিভার  $L$  আছে। লিভারটি  $C$  এর সহিত সংলগ্ন। লিভারটির নিকট দ্বিতীয় একটি কন্ট্যাক্ট ক্ষু  $c$  আছে, ইহা চতুর্থ টার্মিনাল ৪ সহিত সংযুক্ত। ‘পুস’ টিপিলে প্রবাহ  $P \rightarrow C \rightarrow I \rightarrow 2 \rightarrow 1$  এই পথ দিয়া বহে।  $I$  আকর্ষিত হয় ও হাতুড়ি ঘণ্টার উপর পড়িয়া আওয়াজ হয়।  $I$  আকর্ষিত হইলে  $L$  লিভার  $c$  এর উপর পড়িয়া যায় এবং ‘পুস’ ছাড়িয়া দিলেও প্রবাহ অপর একটি পথ, যথা— $4 \rightarrow c \rightarrow L \rightarrow C \rightarrow I \rightarrow 2 \rightarrow 1$  দিয়া বহিতে থাকে ও ঘণ্টা বাজিতে থাকে। ইহাকে ধামাইবার জন্য  $L$  কে তুলিয়া পুনরায় নির্গত ধাতুখণ্ড  $b$  এর উপর রাখিবার একটি ব্যবস্থা আছে।

পোলারাইজড বা ম্যাগনেটো বেল (Polarised or Magneto Bell) :—৪৫৪ চিত্রে অল্টারনেটিং কারেন্টের সহিত ব্যবহারোপযোগী

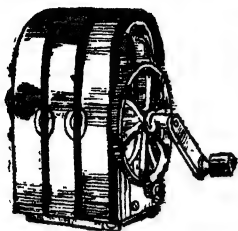
ম্যাগনেটো বেলের কাঠামো দর্শিত হইল। ইহাতে  $A$  আমেচারটি  $R$  স্থানে এক্ষণভাবে আবদ্ধ যে স্থলিতে পারে এবং ঐ স্থানের সহিত  $H$  হাতুড়ীটি আবদ্ধ, সুতরাং  $H$  স্থলিতে থাকিলে  $H$  একবার  $G$ , তৎপরে  $G'$  ঘণ্টাকে বাজাইতে থাকে।  $N$  ও  $S$  একটি স্থায়ী অথক্ষুরাকৃতি চুম্বকের মেরুমুখ। চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে যে  $S$  কর্তৃক আমেচারের মাধ্যমে উত্তর মেরু ও শেষ ভাগদ্বয়ে দক্ষিণ মেরু  $s$  ও  $s'$ , সম্ভাবিত



চিত্র—৪৫৪



হইবে, আর  $N$  কর্তৃক অথক্ষুরাকৃতি লৌহটির মাঝখানে (ইয়াকে) দক্ষিণ মেরু  $S'$  ও শেষভাগদ্বয়ে উত্তর মেরু  $n$  ও  $n'$  সম্ভাবিত হইবে। এখন যদি অথক্ষুরাকৃতি লৌহটির কয়েলের মধ্য দিয়া একপ দিকে প্রবাহ বহে যে তড়াক্ষর  $Q$  শেষভাগে  $N$  মেরু ও  $P$  শেষভাগে  $S$  মেরু সৃষ্ট হয়, তাহা হইলে ডানদিকে  $n'$  ও  $s$



চিত্র-৪৫৫

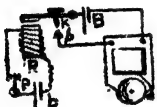
এর মধ্যে আকর্ষণ বল বর্দ্ধিত হইবে এবং বামদিকে

নিষ্ক্ষেপণ বল হইবে ও চিত্রে দর্শিত ভাবে  $s'$  আকর্ষিত হইয়া  $n'$  এ ঘুরিয়া যাইবে ও হাতুড়ি বামদিকে (ঘণ্টাকে) ঘা মারিবে। প্রবাহ বিপরীত হইলে  $Q$  ও

$P$ র মেরু বিপরীত হইয়া যাইবে এবং  $s$   $n$  এর নিকট আসিবে ও হাতুড়ি  $G'$  কটাকে ঘা মারিবে। এইরূপ

প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত একবার  $G$  ও তৎপরে  $G'$  এর উপর ঘা পড়িতে থাকে।

**রীলে (Relay) :**—ঘণ্টা দূরবর্তী স্থানে থাকিলে প্রবাহ বেগ এত কমিয়া বাইতে পারে যে (পুস টিপিলে) ঘণ্টা বাজিবার নিশ্চয়তা কিছু

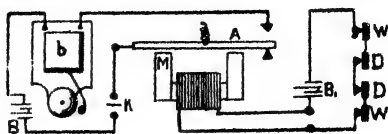


চিত্র-৪৫৬

থাকে না। এরূপ স্থলে রীলে ব্যবহার হয়। রীলের কার্যপ্রণালী ৪৫৬ চিত্র হইতে বুঝা যাইবে। ইহা আমেরচার বিশিষ্ট বৈদ্যুতিক চুম্বক  $R$  'পুস' টিপিলে লাইনের প্রবাহ দ্বারা ইহা চুম্বকে পরিণত হইয়া আমেরচারকে আকর্ষণ করিয়া লয়। আমেরচার আকর্ষিত হইলে উহার স্পিং এর সহিত আবদ্ধ  $K$  ও  $P$  এর সহিত সংস্পর্শ ঘটিয়া ঘণ্টার মধ্য দিয়া তত্ত্ব ব্যাটারি  $B$  এর পথ সম্পূর্ণ হয় ও তখন এই  $B$  ব্যাটারির প্রবাহ দ্বারা ঘণ্টা বাজিতে থাকে।

চৌর প্রভৃতি গৃহে প্রবেশ সঙ্কেত :—ইহাতে দরজা জানালা প্রভৃতিকে এরূপভাবে বেল সার্কিটের অন্তর্ভুক্ত করা হয়, যে ইহার পুসের কার্য করে। সচরাচর ইহা দুই প্রণালীর হয়—(১) সম্পূর্ণ পথ (Closed circuit system) (২) খোলা পথ (Open circuit system)। ৪৫৭ চিত্রে রোজন্ড সার্কিট নিষ্টের দর্শিত হইয়াছে। সাধারণ অবস্থায় জানালা দরজা প্রভৃতির

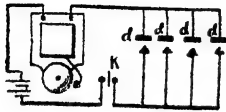
সহিত সংযুক্ত  $B_1$  ব্যাটারি হইতে প্রবাহ বহিতে থাকে ও তৎক্ষণাত্ বৈদ্যুতিক চুম্বক  $M$  তাহার আমেরচার  $A$  কে আকর্ষণ করিয়া



চিত্র-৪৫৭

বেল সার্কিট খুলিয়া রাখে। দরজা বা জানালা খুলিলে  $B_1$  ব্যাটারির সার্কিট ভগ্ন হয়,

সুতরাং বৈদ্যুতিক চুম্বকের চুম্বকত্ব নষ্ট হইত। সাহায্যে A আমেরচার দ্বারা বেল সার্কিট সম্পূর্ণ হয় ও ঘণ্টা বাজিতে থাকে। (ইহাতে চোর তাহার সন্নিহিত অর্থাৎ B1 ব্যাটারির তার সকলকে কাটিতে থাকে, কিন্তু তাহাতে বেল সার্কিটের কোন হানি হয় না)।

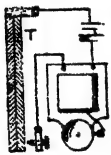


চিত্র—৪৫৮

৪৫৮ চিত্রে ‘ওপন’ সার্কিট সিস্টেম দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে জানালা দরজা প্রভৃতিকে খুলিলে, ঘণ্টার মধ্য দিয়া ব্যাটারির পথ সম্পূর্ণ হয় ও ঘণ্টা বাজিতে আরম্ভ করে। (কিন্তু তার কাটিয়া দিলে বেল সার্কিট ভগ্ন হয় ও ঘণ্টা থামিয়া যায়)।

রোজড্ সার্কিট সিস্টেমে অনেকগুলি জানালা দরজা হইলে তাহাদিগকে সিরিজে এবং ওপন সার্কিট সিস্টেমে তাহাদিগকে প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হয়। সচরাচর বেল সার্কিটে একটি সুইচ K ব্যবহৃত হয়, ইহার দ্বারা দিনের বেলায় ঐ স্থানে বেল সার্কিট খুলিয়া রাখে ও রাত্রে পুনরায় সংযোগ করিয়া রাখে। অনেক সময় এই সংযোগ করিতে ভুলিয়া গিয়া ঘণ্টা যন্ত্রের উপর দোষারোপ করে।

ফায়ার এলার্ম বা ফার্মোষ্ট্যাট :- সচরাচর প্রচলিত ফায়ার এলার্ম ৪৫৯

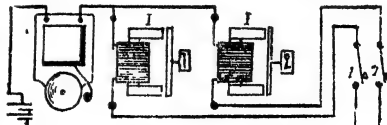


চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে T খাড়া দণ্ডটি একটি লৌহ পাত ও একটি পিত্তল পাতকে একত্র আবদ্ধ করিয়া প্রস্তুত। লৌহপাতটি কণ্ট্যাক্ট স্ক্রুর দিকে থাকে। তপ্ততা বৃদ্ধিতে—যেহেতু লৌহ অপেক্ষা পিত্তলের বৃদ্ধি হার অধিক, দণ্ডটি ভিতর দিকে বাঁকিয়া আসে ও কালে

চিত্র—৪৫৯ কণ্ট্যাক্ট স্ক্রুকে স্পর্শ করিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করে ও ঘণ্টা বাজিতে থাকে। অল্প এক প্রকার যন্ত্রে, একটি পাতের মধ্যে আবদ্ধ বায়ু তপ্ততা বৃদ্ধিতে বিস্ফারিত হইয়া পাতের ছিপিকে উঠাইয়া কণ্ট্যাক্ট স্ক্রু সহিত স্পর্শকরাইয়া বেল সার্কিট সম্পূর্ণ করে।

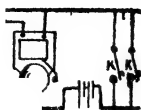
ফায়ার ইণ্ডিকেটর (Fire Indicators) :- ইহা অনেক প্রকারের হয়। কোনস্থান

হইতে ডাক হইতেছে তাহা কিরূপে জানা যায় ৪৬০ চিত্র হইতে সহজে বুঝা যাইবে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে বিভিন্ন স্থানের জন্য পৃথক ইণ্ডিকেটর আছে। ইণ্ডিকেটর



চিত্র—৪৬০

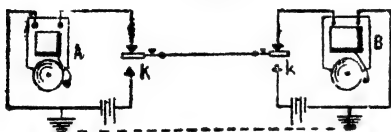
গুলি বৈদ্যুতিক চুম্বক। ইহাদের আমেরচারের সহিত একটি করিয়া নম্বর মেট আবদ্ধ থাকে। যে স্থান হইতে ডাকা হয়, তাহার ইণ্ডিকেটর-কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, আমেরচার আকর্ষিত হয় ও নম্বর মেট হইতে স্থান নির্দ্ধারিত হয়। একটি পুন টপিয়া এক সঙ্গে



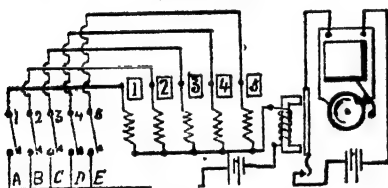
চিত্র—৪৬১



চিত্র—৪৬২



চিত্র—৪৬৩



চিত্র—৪৬৪

অনেক গুলি ঘণ্টা বাজাইতে হইলে তাহাদিগকে প্যারাললে সংযুক্ত করিতে হইবে, চিত্র ৪৬১। ৪৬২ চিত্রে দৃষ্ট হইবে কিরূপে নিজের ঘণ্টা না বাজাইয়া A দ্বারা B এর ঘণ্টা ও B দ্বারা A এর ঘণ্টা বাজান হইতে পারে। ৪৬৩ চিত্রে বিশেষ প্রকার সুইচ (K) বা k এর সাহায্যে কিরূপে পৃথিবীকে রিটার্ন ভাবে ব্যবহার করিয়া, কেবল মাত্র একটি তার ব্যবহার দ্বারা, উক্ত কাৰ্য সাধিত হয় দর্শিত হইয়াছে। সাধারণ অবস্থায় K উপর দিকে স্পর্শ করিয়া থাকে। বাহাতে অপরের দ্বারা ঘণ্টা বাজান হইতে পারে K কে নিম্নের সহিত স্পর্শ করাইলে, অপরের ঘণ্টা বাজে। ৪৬৪ চিত্রে বিভিন্ন স্থান হইতে যথা এটি স্থান হইতে একটি ঘণ্টা বাজাইবার সংযোজনাদি দর্শিত হইয়াছে। কোন স্থান হইতে ডাকা হইতেছে নির্ধারণের নিমিত্ত প্রয়োজনীয় সংখ্যক (৫টি) ইন্ডিকেটর আছে।

**বেল রিজিং ট্রান্সকরমার :**—ইহা উচ্চ ভোল্টের বিদ্যুৎ বেগকে অল্প ভোল্টের উপযোগী বিদ্যুৎ চাপে আনয়ন করিয়া সাধারণ অল্প ভোল্ট উপযোগী বেলকে কার্য্য করায়, চিত্র—৪৬৫। অনেক সময় অল্প ভোল্টগুক্ত কারেন্টকে উচ্চ ভোল্টে লইবারও প্রয়োজন হয়। অন্টারনেটিং কারেন্ট সার-কিটেও অনেক সময় ইহার ব্যবহার দেখা যায়।



চিত্র—৪৬৫

## টেলিগ্রাফ (Telegraph).

**টেলিগ্রাফ :**—একস্থান হইতে অল্পস্থানে সাঙ্কেতিক বার্তা প্রেরণকে টেলিগ্রাফ বলে। যে স্থান হইতে বার্তা প্রেরিত হয় তাহাকে সেন্ডিং স্টেশন (Seneing Statien) ও যেখানে বার্তা প্রেরিত হয়

তাহাকে ‘রিসিভিং স্টেশন’ (Receiving Station) বলে। টেলিগ্রাফ দুই প্রণালীর হয়—এক প্রণালীতে সেপ্টিং স্টেশন হইতে রিসিভিং স্টেশন পর্যন্ত তার প্রয়োজন হয়, অপরটি আধুনিক বেতার বা ‘অয়্যারলেস’ (wireless) টেলিগ্রাফ। সাধারণ টেলিগ্রাফের প্রণালী—দুই বিভিন্ন সঙ্কেতের সমবায়ে এক ধারা বা ডাক (Code) প্রস্তুত হয়। পুরাতন প্রণালীতে একদিকের প্রবাহ দ্বারা একটি সঙ্কেত ও বিপরীত প্রবাহ দ্বারা অপর সঙ্কেত করা হয়। নূতন প্রণালীতে অল্পক্ষণস্থায়ী প্রবাহ দ্বারা একটি সঙ্কেত ও অপেক্ষাকৃত অধিককাল ব্যাপী প্রবাহ দ্বারা অপর সঙ্কেত হয়।



চিত্র—৪৬৬

সিঙ্গেল নীডল (Single Needle) প্রণালী :—ইহাতে ট্রান্সমিটারে একটি হ্যাণ্ডেল থাকে, চিত্র ৪৬৭, তদ্বারা উভয়দিকের মধ্যে যে কোন দিকে প্রবাহ পাঠান যায়। ‘রিসিভারে’ একটি চুম্বক সূচ প্রবাহের দিক অনুযায়ী ডানদিকে



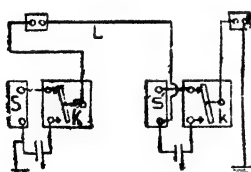
চিত্র—৪৬৭

অথবা বামদিকে ঘোরে। সূচের একদিকের ঘূর্ণন একটি সঙ্কেত, বিপরীত দিকের ঘূর্ণন অপর সঙ্কেত, ও সূচকে লক্ষ্য করিয়া সঙ্কেত ধরিতে হয়। কোন কোন স্থলে সূচের দুইদিকে দুইটি বিভিন্ন ধাতুর টুকরা আবদ্ধ থাকে, চিত্র ৪৬৬। সূচটি একদিকে একটি ধাতুকে বা মারিলে এক প্রকার শব্দ হয়, অপরদিকে অগ্র ধাতুকে বা মারিলে অগ্রপ্রকার শব্দ হয়, সুতরাং কর্ণের দ্বারা সঙ্কেত পাঠ হয়, চক্ষের প্রয়োজন হয় না।

মর্স প্রণালী (Morse System) :—ইহাতে ট্রান্সমিটার দ্বারা অল্পকালব্যাপী প্রবাহ ও অপেক্ষাকৃত অধিককাল ব্যাপী প্রবাহ দ্বারা বিভিন্ন সঙ্কেতদ্বয় সাধিত হয়। কোন কোন রিসিভারে শব্দ হইবার ও কোন কোন রিসিভারে একেবারে বিন্দু (—Dot) ও দাঁড়ি (—Dash) এইভাবে ছাপা হইবার ব্যবস্থা থাকে।

**মর্স সাউণ্ডার (Morse Sounder):**—ইহা আমেরচার বিশিষ্ট একটি বৈদ্যুতিক চুম্বক। প্রবাহ বহিবার সময় আমেরচারটি আকর্ষিত হইয়া একটি দণ্ডের উপর আঘাত করিলে শব্দ হয় ও প্রবাহ বন্ধ হইলে আমেরচারটি ফিরিয়া গিয়া অপর একটি দণ্ডে আঘাত করিলে আবার শব্দ হয়। এই শব্দদ্বয়ের মধ্যে যে সময়ের ব্যবধান তাহা প্রবাহ বহিবার সময় নির্দেশ করিতেছে। এই শব্দদ্বয়ের মধ্যে সময়ের ব্যবধান অল্প হইলে “ডট” বলে। (—) ড্যাস (·) ডটের তিনগুণ।

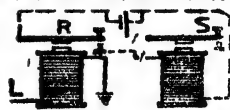
**মর্স প্রিন্টার (Morse Printer):**—ইহাতে ঘড়ির ত্রায় একটি কলের দ্বারা কাঠিমে জড়ান ফিতার ত্রায় কাগজ গুটাইয়া যাঁহতে থাকে এবং একটি কালীবিশিষ্ট চাকা, প্রবাহ বহিবার সময়, কাগজের উপর স্পর্শ করিয়া, প্রবাহ অল্পক্ষণ স্থায়ী হইলে বিন্দুর ত্রায় ছোট দাগ (ডট্) ও অপেক্ষাকৃত অধিকক্ষণ স্থায়ী হইলে দাঁড়ির ত্রায় লম্বা দাগ (ড্যাস) কাটে। এই ডট্ ও ড্যাসের বিভিন্ন সমবায় দ্বারা বিভিন্ন অক্ষর বা সংকেত সূচিত হয় ও কোড অনুযায়ী বার্তা নির্দ্বারিত হয়। ৪৬৮ চিত্রে মর্স প্রণালীর সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে S সাউণ্ডার, K চাবী



চিত্র—৪৬৮

(Key), L লাইল, ও ব্যাটারি আছে। যদি বাম-দিকের চাবীকে নামান যায় তাহা হইলে উহা উপরের কন্ট্যাক্টকে ত্যাগ করিবে এবং বাম-দিকের ব্যাটারি হইতে প্রবাহ এই চাবী দিয়া লাইনে ও তৎপরে ডানদিকের সাউণ্ডারের মধ্য দিয়া বহিয়া পৃথিবী দিয়া ফিরিয়া আসিবে।

**রীলে (Relay):**—দূরত্ব অধিক হইলে প্রবাহ বেগ অত্যন্ত ক্ষীণ হইয়া যায়। এরূপস্থলে ক্ষীণ প্রবাহকে একটি



চিত্র—৪৬৯

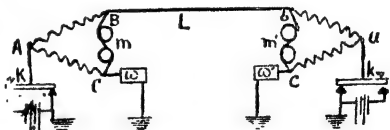
‘রীলের’ মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হয়। রীলে, আমেরচার বিশিষ্ট একটি

বৈদ্যুতিক চুষক। প্রবাহ বহিবার সময় ইহার আমেরচার আকর্ষিত হইলে একটি ধাতুখণ্ডকে স্পর্শ করিয়া তত্রত্য একটি পৃথক ব্যাটারির বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করে। এই পৃথক ব্যাটারির প্রবাহ সাউণ্ডারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া কার্য্য করে। ৪৬৯ চিত্রে R নীলে।

**ডুপ্লেক্স টেলিগ্রাফি (Duplex Telegraphy):**— ইহা দ্বারা একসঙ্গে একটি তার দিয়া দুইদিকে বার্তা পাঠান যায়। দুই প্রকারে ইহা সাধিত হয়, (১) ব্রিজ, (২) ডিফারেন্সিয়াল সিস্টেম।

**ব্রিজ সিস্টেম (Bridge System):**— ইহাতে রিসিভার তদীয় সেণ্ডার হইতে একরূপ দুই শাখার সহিত সংযুক্ত যে প্রেরিত প্রবাহ দ্বারা শাখাদ্বয়ের শেষভাগের পোটেনশিয়াল সমান বার্কিত হয়, সুতরাং রিসিভারের মধ্য দিয়া ঐ প্রবাহ বহে না। পরন্তু অল্পস্থান হইতে লাইনের মধ্য দিয়া আগত প্রবাহ দুইটি পথ পায়—তন্মধ্যে একটির বাধা অপরের বাধা অপেক্ষা অনেক অধিক। সেইজন্য প্রবাহ দুই অসমান অংশে বিভক্ত হয়, প্রবাহের এই পার্থক্য দ্বারা রিসিভারের মধ্যে ক্রিয়া সাধিত হয়। এই

প্রণালী ৪৭০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে m বামদিকের রিসিভার, W একরূপ একটি বাধা যে A হইতে



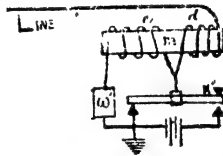
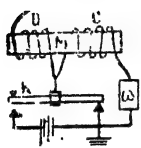
চিত্র—৪৭০

পৃথিবী পর্য্যন্ত পথ w এর মধ্য দিয়া ধরা হউক বা লাইনের মধ্য দিয়া দূরবর্তী স্টেশনের মধ্য দিয়া ধরা হউক, বাধা সমান। এবং A হইতে প্রবাহ দ্বারা B ও C এর পোটেনশিয়াল সমান বার্কিত হয়। সুতরাং বামদিকের চাবি K কে নামান হইলে m এর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না, m' এর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহা হেতু ক্রিয়া ঘটে। ঠিক সেইরূপ ডানদিকের চাবি k কে নামান হইলে m' এর মধ্যে ক্রিয়া ঘটে না, m এর মধ্যে

ক্রিয়া ঘটে। এবং দুইটি স্থানেই একসঙ্গে কার্য্য করিতে থাকিলে এইরূপ ফলই হইবে।

**ডিফারেন্সিয়াল প্রণালী (Differential System) :—**

ইহাতে রিসিভারের কয়েল 'ডবল আউণ্ড' (Double wound) অর্থাৎ উভয়দিক দিয়া জড়ান। প্রেরিত প্রবাহ উভয়দিকে জড়ান কয়েলের মধ্য দিয়া বহে বলিয়া কোন ফল দর্শিত হয় না, কিন্তু আগত প্রবাহ একদিকে জড়ান কয়েলের মধ্য দিয়া বহে, সুতরাং ক্রিয়া সাধিত হয়। ৪৭১



চিত্রে এই প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। M বামদিকের রিসিভার, ইহাতে বিপরীত দিকে জড়ান দুইটি সমান কয়েল D ও C আছে। একটি

চিত্র—৪৭১

w সহিত সংযুক্ত, অপরটি লাইনের সহিত সংযুক্ত। w বাধাটি এরূপ যে K কে নামাইলে w এর মধ্য দিয়া উভয় প্রবাহের পরিমাণ সমান হয়, এবং যেহেতু তাহাদের দ্বারা বিপরীত ফল হয়, M এ কোন ফল হয় না। কিন্তু লাইনের মধ্য দিয়া m এ যে প্রবাহ যায় তাহা উহার একটি কয়েল d এর মধ্য দিয়া বহে ও ক্রিয়া সাধিত হয়। যদি K ও K' উভয় চাবিকেই একসঙ্গে নামান যায় তাহা হইলে, দেখিতে গেলে লাইনের মধ্যে প্রবাহ বহিবে না, কিন্তু w ও w' এর মধ্যে বহমান প্রবাহ তাহাদের সহিত সিরিজে সংযুক্ত C ও c কয়েলের মধ্য দিয়া বহিবে এবং C ও c এর মধ্যে ক্রিয়া সাধিত হইবে। লাইন খুব লম্বা হইলে উহার কেপাসিটি অধিক হওয়া হেতু কার্য্যের ব্যাঘাত হয়, এইজন্য কপেঙ্সান ব্যবহার করিতে হয়। এবং জলমগ্ন তারের (Submarine Cable) পক্ষেও কপেঙ্সান প্রয়োজন হয়।

**টেলিগ্রাফের তার :—** সাধারণতঃ এগুলি গ্যালভানাইজড লৌহের তার, কিন্তু আজ-

কাল তাম্র তারও ব্যবহার হইতেছে। শূন্যগামী তার অনাবৃত থাকে, কেবলমাত্র উহার তাহাদের ধারক হইতে রোধিত। মাটি বা জলের মধ্য দিয়া যে তার যায় তাহার বিশেষ ভাবে রোধিত এবং কনডুইটের (Conduit) মধ্যে থাকে। সমুদ্রের মধ্যদিয়া যে তার

যায় তাহা খুব শক্ত হওয়া প্রয়োজন।

৪৭২ চিত্রে সাবমেরিন কেবল্ দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে ঠিক মধ্য স্থলে কতকগুলি সরু তাম্র তার একত্র আছে, তাহার উপর কয়েক



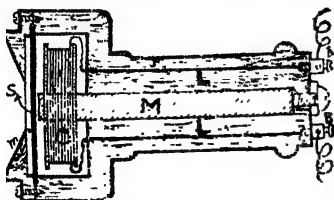
চিত্র—৪৭২

স্তর গাটা পার্শ্ব আছে, তৎপরে আল্কাতরা সিল্ক চট জড়ান আছে—ও তদুপরি, শক্ত করিবার জন্ত, আল্কাতরা শিল্ক চট জড়ান ষ্টিল তার দ্বারা আবৃত।

**টেলিগ্রাফ লাইনের দোষ:**—মাটি বা জল মধ্যস্থ কেবলে অন্তর্ভাগস্থ তাম্র তার ছিন্ন হওয়া বা কেবলটি ছিন্ন হওয়া হেতু অথবা ভগ্নস্থান বা যেখানে ইনসুলেশান ঠিক মত নাই সেইস্থান দিয়া তাম্র ও মাটির মধ্যে সর্ট সার্কিট হইয়া যাওয়া হেতু দোষ সকল ঘটে। শূন্যগামী তার ধৃত স্থানে ভূ-সংলগ্ন হওয়া বা সন্নিহিত দুইটি তার স্পর্শ হইয়া যাওয়া হেতু দোষ ঘটে। টেলিগ্রাফের তার কোনস্থানে একেবারে ছিন্ন হইলে পরীক্ষা যন্ত্রে ইহার বাধা অশেষ (Infinite) দৃষ্ট হইবে, অথবা গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিবে না। আংশিক ছেদ ঘটয়া থাকিলে দৃষ্ট হইবে ইহার বাধা অত্যন্ত অধিক এবং ‘লোক’ হইতে থাকিলে দৃষ্ট হইবে ইহার বাধা অত্যন্ত অল্প। আর্থ রিটার্ন লাইনে কোন স্থানে মাটির সহিত সর্ট সার্কিট ঘটিলে পারে, ইহাকে ‘ফুল আর্থ ফল্ট’ (Full earth fault) বলে। এরূপ দোষ কোথায় ঘটিয়াছে তাহা হিসাব করিয়া বাহির করা চলে, যথা—যদি কোন কেবলের প্রতি মাইলে বাধা হয় ২ ওম, এবং যদি কেবলটি ১০০ মাইল লম্বা হয়, তাহা হইলে কেবলের মোট বাধা হওয়া উচিত  $২ \times ১০০ = ২০০$  ওম। কিন্তু যদি দৃষ্ট হয় লাইনের বাধা ১৬০ ওম (ইহা ২০০ ওম অপেক্ষা কম হইবে) দাঁড়াইতেছে, তাহা হইলে  $২০০ - ১৬০ = ৪০$  মাইল, অর্থাৎ ৪০ মাইল দূরে সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে।

**টেলিফোন (Telephone):**—ইহা দ্বারা শব্দ একস্থান

হইতে অন্যত্র চালিত হয় শব্দ শক্তি উদ্ভূত বৈজ্যতিক শক্তি শব্দশক্তিতে



চিত্র—৪৭৩

পরিণত হয়। ৪৭৩ চিত্রে টেলিফোনের সেকসান হইতে ইহার কার্যপ্রণালী বুঝা যাইবে। ইহাতে এবনাইট বা কাষ্টকেসের মধ্যে M একটি স্থায়ী চুম্বক,

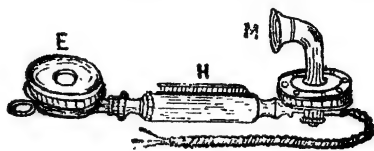


উহার এক শেষভাগে C একটি কয়েল, কয়েলের শেষভাগদ্বয় কাঠখণ্ডের অগ্র প্রান্তস্থ B ও b বন্ধন স্ক্রুদ্বয়ের সহিত কাঠের মধ্য দিয়া L L' তার দ্বারা সংযুক্ত। চুম্বকটির সম্মুখে খুব নিকটে S একটি নরম লৌহের চাকতি, m মাউথ পিস (Mouth piece) ও কাঠখণ্ডের অন্তরায় স্ক্রু দ্বারা আবদ্ধ আছে। মাউথ পিসের সম্মুখে কথা কহিলে শব্দময় বায়ুর স্পন্দন দ্বারা লৌহপাতটি স্পন্দিত হয়, সুতরাং উহা একবার চুম্বকের সন্নিহিত ও তৎপরেই উহা হঠাৎ দূরবর্তী হঠাৎ থাকে। যেহেতু লৌহ চুম্বকের সন্নিহিত হইলেই চুম্বকোদ্ধৃত বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় এবং উহা চুম্বক হঠাৎ দূরে সরিয়া যাইলে বলরেখার সংখ্যা কমিয়া যায়, লৌহপাতটির স্পন্দনকালে কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় ও পাতটির স্পন্দন (সুতরাং উচ্চারিত শব্দ) অনুযায়ী কয়েলের মধ্যে ই, এম, এফ. সম্ভাবিত হয়। কয়েলের শেষভাগদ্বয় (B ও b বন্ধন স্ক্রু হঠাৎ) যদি ঠিক একরূপ আর একটি যন্ত্রের মধ্য দিয়া সংযোজিত হয়, তাহা হইলে এই সম্ভাবিত ই, এম, এফ, অনুযায়ী প্রবাহ দ্বিতীয় যন্ত্রটির কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবে ও তজ্জন্ত প্রবাহ অনুযায়ী তাহার চুম্বক তেজের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটবে। চুম্বক তেজ বৃদ্ধি পাইলে তাহার লৌহপাতটি চুম্বকের সন্নিহিত হইবে ও চুম্বক তেজ হ্রাস হইলে লৌহপাতটি দূরে সরিয়া যাইবে ও এইভাবে লৌহপাতটির স্পন্দন ঘটবে। এবং দৃষ্ট হইবে প্রথম যন্ত্রের লৌহপাতের ঘেরূপ স্পন্দন হইবে, তজ্জন্ত সম্ভাবিত প্রবাহ দ্বারা দ্বিতীয় যন্ত্রে লৌহপাতের ঠিক সেইরূপ স্পন্দন ঘটবে এবং দ্বিতীয় যন্ত্রের লৌহপাতের এই স্পন্দন দ্বারা তৎসন্নিহিত বায়ু স্পন্দিত হইয়া উচ্চারিত শব্দের মত শব্দ উৎপন্ন করিবে। এস্থলে দৃষ্ট হইবে যে একই যন্ত্রকে ট্রান্সমিটার ও রিসিভার ভাবে ব্যবহার করা যাইতে পারে এবং পূর্বে তাহাই হইত, কিন্তু আধুনিক টেলিফোন যন্ত্রে পূর্বোক্ত যন্ত্রটি রিসিভার ভাবে ব্যবহৃত হয়, এবং মাইক্রোফোন নামে দ্বিতীয় অবলম্বন

ট্রান্সমিটারের কার্য্য করে। এই মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার ও রিসিভার একটি হ্যাণ্ডেলের দুইদিকে একপভাবে আবদ্ধ যে ট্রান্সমিটারকে মুখের নিকট ধরিলে রিসিভার

কাণের নিকট আসে। চিত্র—

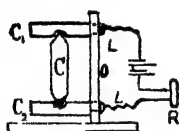
৪৭৪, M মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার, E রিসিভার হ্যাণ্ডেল সুইচ ট্রান্সমিটারকে



চিত্র—৪৭৪

‘মাউথ পিস’ ও রিসিভারকে ‘ইয়ার পিস’ (Ear piece) বলে।

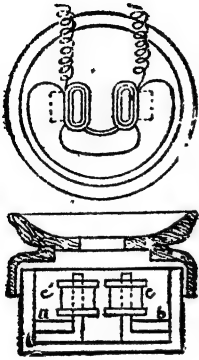
**মাইক্রোফোন (Microphone) :—**বৈদ্যুতিক পথের আলগা সংযোগস্থলের বাধা বিশেষতঃ কার্বনের বেলায়, শব্দ জনিত স্পন্দন দ্বারা বিশেষ পরিবর্তিত হয়, সুতরাং ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকিলে বাধা অনুযায়ী বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ বহিবে। যথা ৪৭৫ চিত্রে C



চিত্র—৪৭৫

একটি কার্বন দণ্ড  $C_1$  ও  $C_2$  দুইটি কার্বন দণ্ডের খাঁজে আলগাভাবে ধৃত এবং  $C_1$  হইতে একটি তার ব্যাটারি, তাহা হইতে রিসিভার R এর মধ্য হইয়া  $C_2$ তে ফিরিয়া আসিয়াছে।  $C_1$  ও  $C_2$  একটি অপরিচালক দণ্ডে আবদ্ধ। C এর সম্মুখে জ্বলৎ শব্দ করিলে তাহা Rএ প্রবাহ হইবে। শব্দ বা বায়ুর স্পন্দন দ্বারা C এর স্পন্দন হেতু  $C_1$  ও  $C_2$  এর সহিত C এর সংযোগ স্থানদ্বয়ের বাধা বিশেষ পরিবর্তিত হইতে থাকে। ও তজ্জন্ত ব্যাটারি হইতে বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ বহমান হয়। এই প্রবাহ সিরিজে সংযুক্ত R এর মধ্য দিয়াও বহে ও তদ্বারা ইহার লৌহপাতটি ঐ ভাবে স্পন্দিত হইয়া শব্দ উৎপন্ন করে। আধুনিক মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটারে Cএর পরিবর্তে কার্বনের শুঁড়া দুইটি কার্বনখণ্ডের অন্তরা সংরক্ষিত। এই কার্বন খণ্ড দুইটির মধ্যে একটি একটি ত্বকের সহিত সংযুক্ত, যাহাতে শব্দ হেতু ত্বকের স্পন্দন দ্বারা ইহা স্পন্দিত হয় এবং

যাহাতে সমস্ত কার্কিন গুঁড়াগুলি একসঙ্গে একটি নীরেট কার্কিনের মত নড়িয়া না যায়, তাহার ব্যবস্থা থাকে। এই মাইক্রোফোন বিপরীত কার্যক্ষম নহে, অর্থাৎ রিসিভারের কার্য করিতে পারে না, কারণ বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ দ্বারা ইহার এরূপ স্পন্দন হয় না যে তদ্বারা শ্রুতিগোচর পদ হয়। তবে সুবিধা এই যে সামান্য শব্দেও সূচক কার্য করে। এই নিমিত্ত ইহা ট্রান্সমিটার ও পূরকোক্ত যন্ত্রটি রিসিভার ভাবে ব্যবহৃত হয়। ইহা ছাড়া একটি ইণ্ডাকসান কয়েল প্রয়োজন হয়। চিত্র ৪৭৬

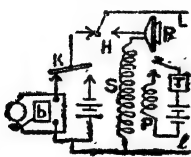


চিত্র—৪৭৬

একটি মাইক্রোফোনের 'প্ল্যান ও সেকসান'।

টেলিফোনে ইনডাকসান কয়েলের কার্য:—

ইহা দ্বারা ট্রান্সমিটারকে অল্প বাধা বিশিষ্ট করা হয় যাহাতে অনুপাতে বাধার পরিবর্তন অধিক হয়। সাধারণ ট্রান্সমিটারে সর্বদাট লাইনের



মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, কিন্তু ইহাতে তাহা হয় না;

এবং ইহা দ্বারা ই, এম, এফ, পরিবর্তিত হয় বলিয়া

লাইনের অধিক বাধা অতিক্রম করা যায়। এগুলি

৪৭৭ চিত্র দেখিলে বুঝা যাইবে। ইহাতে ব্যাটারি

চিত্র—৪৭৭

সমেত মাইক্রোফোন প্রাইমারী কয়েলের সহিত ও

লাইন সেকেন্ডারী কয়েলের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং ব্যাটারির প্রবাহ

লাইনের মধ্য দিয়া বহে না, কেবলমাত্র সেকেন্ডারীতে সম্ভাবিত প্রবাহ

লাইনের মধ্য দিয়া বহে ও ইহার ভোল্টেজ সেকেন্ডারীর পাকসংখ্যানুপাতে

(প্রাইমারীর সহিত তুলনায়) বর্দ্ধিত হয়। অধিকন্তু যাহাতে ব্যাটারির

প্রবাহ প্রাইমারীর মধ্য দিয়া, কেবলমাত্র টেলিফোন ব্যবহার কালে,

প্রবাহিত হয় তজ্জন্ত একটি সুইচের ব্যবস্থা থাকে। এ ছাড়া কোন স্থান

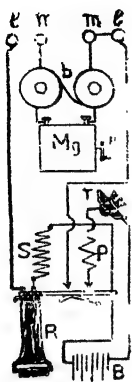
হইতে খবর আসিয়াছে কিনা দূর হইতে জানিবার নিমিত্ত কোন সঙ্কেত, যথা, ঘণ্টা বাজা বা আলো জ্বলিবার ব্যবস্থা থাকে। যথা ৪৪৭ চিত্রে ঘণ্টা বাজিবার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রিসিভার একটি ছকের উপর স্থাপিত। রিসিভারের ভাৱে ছকটি নামিয়া যাইয়া লাইনকে ঘণ্টার মধ্য দিয়া সংযুক্ত রাখে, সুতরাং বাহির হইতে আগত প্রবাহ দ্বারা ঘণ্টা বাজে। রিসিভারকে ছক হইতে তুলিয়া লইলে লাইন ঘণ্টা হইতে বিযুক্ত হইয়া সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া সংযুক্ত হয় ও কথা শুনা যায় এবং এইসঙ্গে প্রাই-মারীর সুইচও সংযুক্ত হয়, সুতরাং মাইক্রোফোনে কথা বলা চলে।

ডাকিবার প্রণালী :—টেলিফোন সাহায্যে কথা কহিতে হইলে, বাহার সহিত কথা কহিতে হইবে তাহাকে প্রথমতঃ ডাকিবার প্রয়োজন হয়। এই ডাকা কার্য নিম্নলিখিত কয়েক প্রণালীতে হয়। (১) ম্যাগনেটো যন্ত্রের দ্বারা :—ইহা টেলিফোন যন্ত্রের সহিত একত্র থাকে এবং বিশেষ দেখা শুনা প্রয়োজন করে না। ৪৭৮ চিত্রে ম্যাগনেটো দ্বারা ঘণ্টা বাজাইয়া সঙ্কেত পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে।

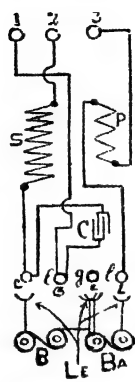
(২) ব্যাটারি দ্বারা :—ইহা ৪৭৭ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। এই ব্যাটারি টেলিফোন যন্ত্রের নিকটেই থাকে। সকল সময় ব্যাটারি কার্যোপ-যুক্ত আছে কিনা লক্ষ্য রাখিতে হয়। এই ব্যাটারি সচরাচর প্রাইমারী সেল।

(৩) সেন্ট্রাল কারেন্ট সিস্টেম (Central Current System) :—ইহাতে এক্সচেঞ্জে ব্যাটারি বা ডায়নামো থাকে এবং ট্রেসন হইতেই তাহার প্রবাহ ব্যবহার করে।

ডাকিবার উপায় :—ইহা সাধারণতঃ বৈদ্যুতিক ঘণ্টা বা ইণ্ডিকেটোর দ্বারা সাধিত হয়। অনেকস্থলে ল্যাম্প জ্বলিবার ব্যবস্থা ও থাকে। ছক হইতে টেলিফোন যন্ত্রকে উঠাইলেই এক্সচেঞ্জে আলো জ্বলে, তখন যে ব্যক্তির সহিত কথা কহিতে চায় এক্সচেঞ্জের লোক তাহার লাইনের সহিত ইহার লাইন সংযুক্ত করিয়া দেয় (এই সময় একটি শব্দ হয়)। কথা



চিত্র—৪৭৮



চিত্র—৪৭৯

শেষ হইয়া গেলে যন্ত্রটি ছকের উপর রাখিলে অপর আলো জ্বলে। তখন এক্সচেঞ্জের লোক লাইন কাটিয়া দেয়। ৪৭৭ চিত্রে বেল বক্সের আধুনিক আভ্যন্তরিক সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ৪৭৮ চিত্রে ম্যাগনেটো সেটের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ৪৭৯ চিত্রে একই লাইনে টেলিফোন ও মস' টেলিগ্রাফ কার্য সাধন প্রণালী দর্শিত হইয়াছে।

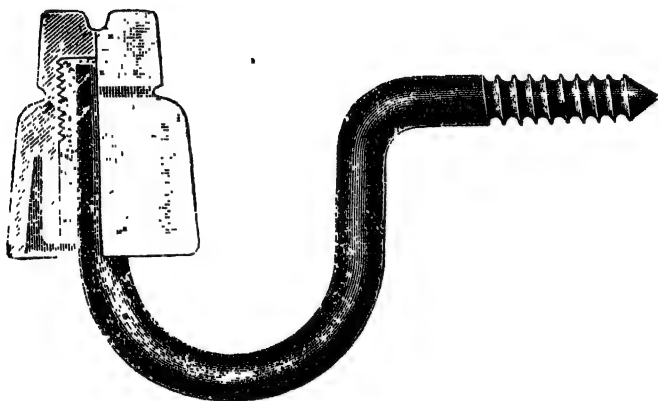
### অনুশীলনী।

- ১। টেলিফোনে ব্যবহৃত মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার চিত্র সহ বিবরণ কর।
- ২। রীলে দ্বারা বেল এর কার্য পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ৩। বেল, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোনে বৈদ্যুতিক চুম্বক ব্যবহারের উদ্দেশ্য কি?
- ৪। একটি জলমগ্ন কেবুল এর কোন স্থানে 'ফুল-আর্থফন্ট' ঘটিয়া থাকিলে কিরূপে ধরিবে কত দূরে উহা ঘটিয়াছে।
- ৫। টেলিফোন যন্ত্রে ইণ্ডাকশান কয়েল ব্যবহারের উদ্দেশ্য কি?
- ৬। ইলেকট্রিক বেল সকল দিরিঞ্জ ভাবে সংযুক্ত হইলে ঠিক মত কার্য করে না—তাহার কারণ কি?
- ৭। ম্যাগনেটো বেল এ স্থায়ী চুম্বক কেন ব্যবহৃত হয়।
- ৮। টেলিফোনে কিরূপে শব্দ শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয় ও ঐ বৈদ্যুতিক শক্তি হইতে কিরূপে পুনরায় শব্দ শক্তি পাওয়া যায়?
- ৯। কন্টিনিউয়াস রিজিং বেল কাহাকে বলে। ইহার সংযোজনাদির চিত্র অঙ্কন কর।

## ত্রয়োবিংশ পরিচয় ।

### তার খাটান ( Wiring ) ।

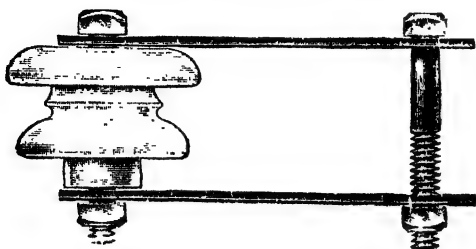
বৈদ্যুতিক শক্তি সহজে ধাতু পদার্থ অবলম্বনে প্রবাহিত হইতে পারে পূর্বেই বলা হইয়াছে । ঐ ধাতু সকল বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে নিজ নিজ



চিত্র—৪৮০

গুণ ধর্ম্য হেতু ঐ প্রবাহের তন্মাদিক প্রতিরোধের কারণ হয় । সেইজন্য বৈদ্যুতিক শক্তি চালনা করিতে হইলে যে ধাতু সর্বাপেক্ষা সহজ পথ প্রদান করে অর্থাৎ প্রবাহে কম বাধা প্রদান করে, তাহাকেই ব্যবহার করা বিধেয় । এই বিষয়ে তাত্ত্বিকেই কার্য্যপোষণে ধাতু বলিয়া স্বীকৃত হয় । এই ধাতুকে তারের আকৃতিতে পরিণত করিয়া বৈদ্যুতিক শক্তির পরিচালনা করা যায় । এই তারের ব্যাসের মাপ প্রভৃতি বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাপের উপর নির্ভর করে, ইহার হিসাব পূর্বেই বলা হইয়াছে । যাহাতে সহজে অক্সিডাইজড না হয় অর্থাৎ মরিচা না পড়ে, তজ্জন্য তারের উপর

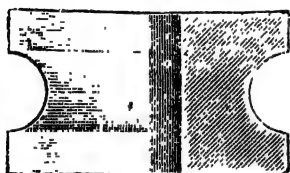
টিনের কলাই থাকা বিধেয়। বৈদ্যুতিক শক্তি সম্পন্ন তার ভূমি বা অপর



চিত্র—৪৮১



চিত্র—৪৮৩



চিত্র—৪৮২

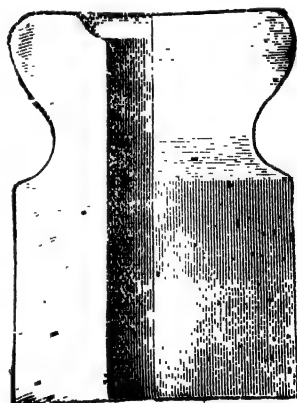
কোন বিদ্যুৎ প্রবাহক ধাতুর সহিত সংযুক্ত হইলে তদ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হইতে পারে, সেইজন্য বিভিন্ন স্থান দিয়া তারকে লইয়া যাইতে হইলে ঐ তারের উপর এমন কোন পদার্থ দ্বারা বেষ্টন করিতে হয় বাহাতে ঐ তারের বৈদ্যুতিক শক্তি গন্তব্য পথ হইতে অত্র কোন দিকে প্রবাহিত হইতে না পারে। তারের এই বেষ্টনকে ইনসুলেশান (Insulation) বলা হয়। এই ইনসুলেশানের মাত্রা যত অধিক হয়, বিদ্যুৎপ্রবাহক তার ততই বিশ্বাস যোগ্য হয়। আবার অনর্থক অধিক ইনসুলেশান করিয়া তারের মূল্য ও আকৃতি বৃদ্ধিও নিম্নপ্রয়োজন।

বৈদ্যুতিক শক্তি বহনকারী তার স্থান হিসাবে খাটাইবার জন্য বিভিন্ন প্রণালী অবলম্বন করা যায় ও নানা প্রকার সংযোজক উপকরণের (Fittings) প্রয়োজন হয়। এই তার শূন্য মার্গ দিয়া, ভূমির মধ্য দিয়া বা জলের মধ্য দিয়া লইয়া যাইবার প্রয়োজন হয়। অতএব তারের ইনসুলেশানও সেই হিসাবে করিতে হয়।

হাউস অয়ারিং কার্যে যে তার ব্যবহৃত হয় তাহাতে সাধারণতঃ এক পর্দা ভাল রবারের আবরণ, এই আবরণকে রক্ষা করিবার নিমিত্ত এক পর্দা ফিতা বা সূতার বুনান, তৎপরে আর এক পর্দা রবার ও তদুপরি ফিতা বা সূতার বুনান থাকে। যাহাতে সূতার বুনানটি ড্যাম্পে নষ্ট না হয়, তজ্জন্ত ইহাকে মোমে বা আলকাৎরা প্রস্তুত বার্গিশে (marline) সিক্ত করা হয়। দুইটি তারকে একত্র সংযোগ করিবার সময় এই ইনসুলেসানকে চাটিয়া ও কাটিয়া তুলিয়া দিয়া প্রয়োজনমত নির্মূল ধাতব তার বাহির করিতে হয়, এই সময় বিশেষ দৃষ্টি রাখা কর্তব্য যেন ফিতার বা বুনানের সূতা উঠিয়া না থাকে, কারণ তদ্বারা 'লীক' (Leak) হইতে অর্থাৎ অজ্ঞাতসারে অনর্থক চুইতে পারে এবং সংযোগ স্থানের উভয় দিকে এক ইঞ্চি পরিমিত স্থানের বুনান উঠাইয়া দেওয়া কর্তব্য।

যে কোন বাড়ি বা গৃহে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহক তার বাতি ও পাখা প্রভৃতির জন্য নিম্নলিখিত প্রণালী-গুলিতে খাটান যাইতে পারে—

- ১। ক্লিট দ্বারা (Cleat wiring)
- ২। কাঠের কেসিং দ্বারা (Wood casing wiring)
- ৩। লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া (Conduit wiring)
- ৪। সীসার দ্বারা বেষ্টিত তার দ্বারা (Lead covered wiring, Henley's system)।



চিত্র—৪৮৪

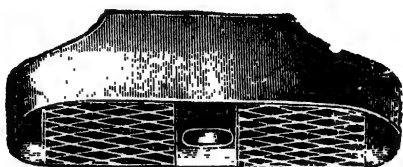
১। ক্লিট দ্বারা তার খাটান (Cleat wiring) :—  
গৃহের বা বাটীর মধ্যে তার খাটাইতে হইলে যদিও তারকে ইনসুলেট



করা হয়, তথাপি গৃহের দেওয়াল হইতে স্যাঁওতা বা ড্যাম্প লাগিলে



চিত্র—৪৮৫



চিত্র—৪৮৬

তারের ইনসুলেসানের ক্ষতি হয় ও ক্রমশঃ তার হইতে বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয়, সেজন্য সাধারণ ইনসুলেসান যুক্ত তারকে চীনা মাটির টিকরা বা ক্লিটের উপর দিয়া লইয়া যাওয়া হয়, তাহাতে তার দেওয়ালের সহিত সংযোগ হয় না। এইরূপ অস্ফারিংকে ক্লিট অস্ফারিং বলা হয় ৪৮৬ চিত্রে ক্লিট ও ৪৮৭ চিত্র তার লইয়া যাওয়া দেখান হইল। দেওয়ালের সহিত ক্লিট লাগাইতে হইলে প্রথমে দেওয়ালে ছিদ্র করিয়া উহার মধ্যে কার্ঠের গুলি, পিন বা প্যানা প্রবেশ করাইয়া দিতে হয় ও প্রয়োজন হইলে ঐ প্যানাগুলি সিমেন্ট মাটি দিয়া আঁটিতে হয়।



চিত্র—৪৮৭

প্যানাগুলির সাইজ ১৬ হইতে ২ ইঞ্চি লম্বা ও ১ ইঞ্চি চৌকি কাঠ হইতে প্রস্তুত হয়। ৪৮৭ চিত্রে পিন পোতা চিত্র দেওয়া হইল। এই পিন ৩ ফুট অন্তর ফিট করা বিধেয়। আর এক প্রকারে কঠিন দেওয়ালের সহিত ক্লিট, সীসা মোড়া তার ও কেসিং ফিট করিবার রীতি আছে। দেওয়ালে যদি অধিক গর্ত করিবার আপত্তি থাকে বা দেওয়াল

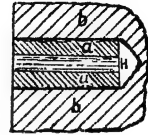
কাঁচের, পাথরের বা চীন মাটির হয়, তবে একটি ভোমর বা ড্রিল (Drill)



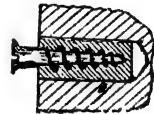
চিত্র—৪৮৮

চিত্র ৪৮৮ দ্বারা ঐ দেওয়ালে ৩ স্তর (৪৪) মোটাগর্ত প্রায়

১ ইঞ্চি আন্দাজ করিতে হইবে, তৎপরে ঐ ভোমর বাহির করিয়া ঐ গর্তের মধ্যে সরু পাট কাঠির ন্যায় স্ততার বোনা পিন প্রবেশ করাইয়া দিতে হইবে। তৎপরে এই পিনের মধ্যে স্ক্রু প্রবেশ করাইয়া দিলেই এই পিন দেওয়ালের সহিত দৃঢ়ভাবে আঁটিয়া যাইবে। এই পাট কাঠির (পাঁকাটা) ছায় বোনা প্যানার নাম রাওরাল প্লাগ (Rowal Plug) রাখা হইয়াছে।



চিত্র—৪৮৯



চিত্র—৪৯০

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, বৈজ্যতিক শক্তি চালনা করিতে হইলে উহার জন্য একটি গন্তব্য পথ ও আর একটি প্রত্যাবর্তনের পথ থাকা প্রয়োজন। এইজন্য তার খাটাইবার সময় প্রায় সর্বদা দুইটি করিয়া তার খাটান প্রয়োজন হয়। ইংরাজীতে, এই দুইটি তারের, যেটি দিয়া প্রবাহ যায় তাহাকে লীড (Lead) ও যেটি দিয়া প্রত্যাবর্তন করে তাহাকে রিটার্ন (Return) বলা যায়। যাহাতে লীড ও রিটার্নের মধ্যে সংশয় না হয় তজ্জন্ম সচরাচর লীডকে (Lead) বামদিকে (Left) ও রিটার্নকে (Return) ডানদিকে (Right) রাখা হয়, কোথাও বা লাল ও কাল তার ব্যবহার করে, লাল তারটী লীড হয়। তারকে যখন কোন দেওয়ালের মধ্য ভেদ করিয়া চলিতে হয়, তখন দেওয়ালের মধ্যের তারের অংশকে সীসার পাইপ বা চীনা মাটির পাইপের মধ্য দিয়া লইতে হয়, তাহাতে ঐ তারে স্যাঁতুতা বা ড্যাম্প লাগিয়া ভূমি সংলগ্ন হইবার আশঙ্কা থাকে না। এই তার আবরণকারী পাইপের শেষ দুইটি ভাগ অন্ততঃ দেওয়াল হইতে ৬ ইঞ্চি আন্দাজ বাহির হইয়া থাকা

উচিত। গৃহে তার খাটাইবার সময় দুইটি তারকে জুড়িতে হইলে, প্রথমে ঐ তার দুইটির শেষভাগের ইনসুলেশান পৃথক করিতে হইবে। ইহা একটি ছুরীর সাহায্যে হইয়া থাকে। ছুরী দিয়া ইনসুলেশান কাটিবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন ছুরীর আঘাত বা দাগ তারে না পড়ে। তাহাতে তার যথম হয় এবং সেই দাগ ধরিয়া তারটি ছিড়িয়া যাইতে পারে। আবশ্যক মত ইনসুলেশান ছাড়াইয়া তারটিকে মিহি শিরিস কাগজ দ্বারা পরিষ্কৃত করিয়া লইতে হয়, নতুবা অপরিষ্কার তারের সংযোগে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহের বিঘ্ন ঘটিতে পারে। দুইটি তারের সংযোগ উত্তম হওয়া প্রয়োজন, এবং ঐ তার যদি কোনক্রমে উত্তম সংযোগ না হয়, তবে বিদ্যুৎ-প্রবাহ কালে সেই সংযোগ স্থান গরম হয়, এমন কি নিকটে কোন দহনোপযোগী পদার্থ থাকিলে তাহাকে দহনও করিতে পারে। সেইজন্য সর্বদাই এই সংযোগ একটি চীনা মাটির পাত্রের মধ্যে করা হয়। পাত্রটির নাম জংসন বক্স বা জয়েন্ট বক্স। কেহ কেহ ইহাকে জয়েন্ট কাটআউট বলিয়া থাকেন। কোন কোন জয়েন্ট বক্সের মধ্যে ফিউজ (সহজে গলনক্ষম-তার) দিবারও ব্যবস্থা থাকে। এই ফিউজ দিবার উদ্দেশ্য, যদি কোথাও অযথা অধিক বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহিত হয়, তখনই এই ফিউজ গলিয়া যাইয়া তারের বৈদ্যুতিক প্রবাহ রোধ করে। তাহাতে বাঁহক তারের বা অপর কোন দ্রব্যের হানি করিতে দেয় না। এই ফিউজ কাটা বা জলিয়া যাওয়া কার্য ইহার মধ্যে হয়, সেইজন্য এই উপকরণের নাম কাটআউট রাখা হইয়াছে। ইহার আকৃতি গোল বা চোকা হয়। গোল কাটআউট ৪২২ চিত্রে দেওয়া হইল। এখানে জানিয়া রাখা প্রয়োজন তার



চিত্র—৪২২

সংযোগ করিতে হইলেই অন্ততঃ ঐ সংযোগ স্থানে একটি জয়েন্ট বক্স দেওয়া প্রয়োজন। যে স্থানে জয়েন্ট বক্স বসাইতে হয়, ঐ বক্সের

চিত্র—৪২১

বসিবার জন্ত সাইজ মত একটি কাঠের টুকরার বা ব্লকের উপর বসাইতে হয়। এই টুকরা যদি দেওয়ালের উপর বসাইতে হয় তবে পূর্ব চিত্র মত দেওয়ালে প্যানা পুঁতিয়া ঐ প্যানার সহিত একটি ব্লক জুঁ দিয়া জুড়িতে হয়। ব্লক ও পিনের মধ্য চীনা মাটির ঠিকরা বা ক্লিট দিয়া ব্লকটিকে দেওয়াল হইতে পৃথক রাখা সর্ব্বনা কৰ্ত্তব্য। নতুবা ঐ ব্লকে ড্যাম্প লাগিলে ব্লক সংলগ্নিত তারের অংশগুলি ড্যাম্প দ্বারা অধিকৃত হয় ও বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয়। কাঠের উপর দিয়াও তার লইয়া যাইতে হইলে চীনা মাটির ঠিকরার উপর দিয়া লওয়া বিধেয়। নতুবা কোন কারণে তারে অগ্নি সংযোগ হইলে বা তার গরম হইতে থাকিলে ঐ তার সংযুক্ত কাঠে অগ্নি লাগিবার বিশেষ সম্ভাবনা। যে সকল স্থানে তার ছাদ ভেদ করিয়া উঠাইবার প্রয়োজন হয়, সেই সকল স্থানে ছাদের মধ্যে সীসার পাটপ দেওয়া যায়। সেই পাটপ ৬—৯ ইঞ্চি পর্য্যন্ত ছাদের উপর দিকে বাহির হইয়া থাকা প্রয়োজন। ক্লিট অয়ারিং হইলে ছাদ হইতে অন্ততঃ মনুষ্যের খাড়াই অর্থাৎ ৬ ফুট পর্য্যন্ত কেসিং থাকা প্রয়োজন।

২। কাঠের কেসিং দ্বারা অয়ারিং (Wood Casing wiring) :—ক্লিট অয়ারিং এবং কেসিং অয়ারিংএর মধ্যে বিশেষ কোন পার্থক্য নাই, কেবল বিদ্যুৎ প্রবাহক তার ক্লিটের মধ্য দিয়া না লাগাইয়া কাঠের কোসিংএর ‘গুঁড়’ বা গুঁড়ের মধ্যে দিয়া লওয়া হয় এবং কেসিংএর উপর ‘ক্যাপিং’ বা চাপা লাগান হয়। দেওয়ালের মধ্যে তার লইবার ব্যবস্থা ঠিক ক্লিট অয়ারিংএবং ন্যায় করা হয়। কেসিংগুলি ব্যবহারের পূর্বে উহাদের ড্যাম্প লাগা রোধ করিবার জন্য ‘সেল্যাক’ পালিস বা গালার বার্নিশ লাগান হয়। এই কেসিং,তারের সাইজ অনুযায়ী, ১১০ ইঞ্চি হইতে ৩ ইঞ্চি পর্য্যন্ত চওড়া দেখিতে পাওয়া যায় এবং উহার গুঁড় বা গুঁড় তারের মাপ অনুযায়ী ছোট বড় করা হয়। সাধারণ কেসিংএ দুইটি গুঁড় সাধারণতঃ কাটা হয়, বিশেষ কার্যের জন্ত সময় সময় তিনটি পর্য্যন্ত

গুণ্ডও হইয়া থাকে। দুইটি গুণ্ড যুক্ত কেসিং একটি 'লীড' তারের জন্ত ও অপরটি 'রিটার্ন' তারের জন্য প্রস্তুত হইয়া থাকে। সিঁড়ির তার অয়ারিং প্রভৃতিতে এটি গুণ্ডযুক্ত কেসিংএর ব্যবহার দেখা যায়। তার খাটান মিস্ত্রিদের লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন ক্যাপিং বা চাপা আঁটিবার সময় স্ক্রুপ তারে লাগিয়া তারের ইনসুলেশান নষ্ট না করে। কেসিংএর মধ্যে তাব চালাইবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন তারের কোথাও অথবা ভাঁজ না পড়ে। তারের ভাঁজ দিতে হইলে অন্ততঃ ঈষৎ গোলের উপর ভাঁজ দেওয়া

প্রয়োজন। ৪৯৩ (১) চিত্রে দেখান হইল।



একেবারে কোণা ভাঁজ দিলে (২) তারের স্বথম হইবার সম্ভাবনা অধিক। আরও অধিক লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন কোন

চিত্র—৪৯৩

লীড কোন রিটার্নকে স্পর্শ না করে। লীড

তার রিটার্নকে বা রিটার্ন-লীড তারকে অতিক্রম করিবার প্রয়োজন হইলে উহাদের মধ্যে উপযুক্ত ইনসুলেশান করা প্রয়োজন। ইংরাজীতে তারকে 'ইনসুলেট' করিয়া উল্লভন কার্যকে 'ব্রিজিং' (Bridging) বলে।

৩। লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া অস্ফালিং (Conduit wiring) :—ক্লিট বা কাঠের কেসিংএর মধ্য দিয়া তার লইয়া না গিয়া যদি লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ বাহক তার লইয়া যাওয়া হয়, এইরূপ অস্ফালিংকে কনডুইট অস্ফালিং বলা যায়। এই পাইপের মধ্যে বিশেষরূপে 'ফাইবার' কাগজ দ্বারা বা এনামেল করিয়া, নতুবা কোনরূপ নন কন্ডাক্টিং দ্রব্যের দ্বারা ইনসুলেট করা হয়। এইরূপ অস্ফালিংএ যদি কোথাও তারের সংযোগ করিতে হয়, তবে উহার বিশেষ জংসন বন্ধ ব্যবহার হয় এবং ঐ জংসন বন্ধগুলির মধ্যে 'পোরসিলেন' (Porcelain) কন্টাক্ট দ্বারা তারগুলির সংযোগ হয়। ইহাতে লীড ও রিটার্ন তারের একত্র হইয়া সর্ট সার্কিট হইবার সম্ভাবনা থাকে না।

বিদ্যুৎ বাহক তার যদি কোন খোলা স্থানে থামের উপর দিয়া যাইতে থাকে ও সেখান হইতে তারকে যদি গৃহের মধ্যে লইতে হয়, তাহা হইলে দেখিতে হইবে যে, যে পাইপ বা গত্ত দিয়া তার গৃহে প্রবেশ করিতেছে তাহার মধ্যে কোন প্রকারে বৃষ্টির জল প্রবেশ না করে। জল প্রবেশ করিতে পাটলে পাইপ মধ্যস্থ তারকে নষ্ট করিয়া দেয়।

সাঁসার দ্বারা বেষ্টিত ইনসুলেটেড তার দ্বারা অগ্নিরিং (Lead covered wiring) :—সাধারণ লাইন তারের উপর আবার একটি সাঁসার বেষ্টন করা হয়। ইহার সুবিধা এই যে হঠাৎ তারের ইনসুলেশনে ডাম্প লাগিতে পারে না। সাঁসা বেষ্টিত তার কখন ১



গাছি, ২ গাছি,

৩ গাছি পর্যন্ত

একটি বেষ্টনের

চিত্র—৪২৪

মধ্যে থাকে।

একের অধিক তার থাকিলেও প্রত্যেক তার রবার প্রভৃতি ইনসুলেশান

দ্বারা অপর তার



হইতে ইনসুলেটেড

অবস্থায় থাকে।

দুই গাছি তারযুক্ত

চিত্র—৪২৫

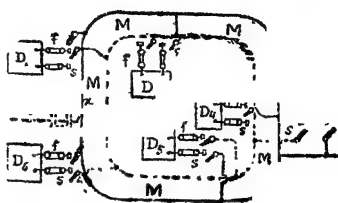
(লীড ও রিটার্প)

সাঁসা বেষ্টিত তারই অধিক প্রচলিত। ১ গাছি বা ৩ গাছি যুক্ত তার বিশেষ কার্যের জন্য প্রস্তুত হয়। এই সাঁসা বেষ্টিত তারে ডাম্প লাগা হইতে বিশেষ ভয় না থাকায় ইহাদের দেওয়ালের মধ্য দিয়া বা দেওয়াল সংলগ্নিত করিয়া খাটান হয়। এই তার খাটাইবার সরঞ্জাম কোসিং ও ক্লিট অগ্নিরিং হইতে কিছু কিছু পৃথক। কিন্তু সাধারণ ক্লিট অগ্নিরিং বা কোসিং অগ্নিরিংএর সরঞ্জাম লইয়াও এই তার খাটান যাইতে পারে। এই তার খাটাইতে

হইলে এইটি লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন তারের উপরের সীসার বেটন সর্বদা পরস্পর ধাতুর সংযোগ থাকে এবং ঐ বেষ্টিত সীসা যেন একটি তামার বা মোটা গ্যালভানাইজড তার দ্বারা উত্তম রূপে ভূমি সংলগ্ন করা হয়। এই ভূমি সংযোগ কার্য্য একটি ৪ স্কোয়ার ফুট  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি মোটা ভাল লৌহের চাদর অন্ততঃ ৫৬ ফুট খুঁড়িয়া মাটিতে প্রবেশ করাইয়া দিয়া তাহার সহিত হইতে পারে। জলের পাঠপের সহিতও হইতে পারে কিন্তু ইহা আইন সঙ্গত নহে। এই সীসার কেসিং বা বেটনের সহিত ভূমি সংযোগের উদ্দেশ্য এই যে, যখন বহমান তার দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকে তখন বাহিরের বেটন ধাতব হওয়ায় উহাতেও বিদ্যুৎ তেজ সঞ্চারিত হয় এবং যদি কোন কারণে ঐ ধাতব বেটন হইতে ভূমির সহিত উপযুক্ত বৈদ্যুতিক সংযোগ না হয়, তবে ঐ তারে বিদ্যুৎ বেগ চার্জড অবস্থায় অবস্থান করে এবং কোন প্রকারে উহা কোন প্রাণীর দ্বারা স্পর্শিত হইলে বৈদ্যুতিক 'সক্' লাগিবার বিশেষ সম্ভাবনা। এমন গুনা গিয়াছে সেই সকল এত আধিক যে কাহারও বা প্রাণ হানিও হইয়াছে।

বিদ্যুৎ শক্তি বহনকারী তারের লাইন ও উহাদের নামঃ—যেমন একটি গাছ হইলে তাহার গুঁড়ি শাখা উপশাখা প্রভৃতি হয়, সেইরূপ বিদ্যুৎ শক্তি পরিচালনা করিতে হইলে তাহার ধাতব লাইনেরও শাখা ও উপ-শাখার প্রয়োজন। তাহাদিগকে আমরা যথাক্রমে (১) ফিডার, সাব ফিডার, মেন, সাবমেন, ব্রাঞ্চ প্রভৃতি বলিয়া থাকি। ফিডার-লাইন হইতে সাব-ফিডার লাইন, সাব ফিডার লাইন হইতে মেন লাইন, মেন হইতে সাব-মেন লাইন, সাব মেন লাইন হইতে ব্রাঞ্চ লাইন প্রভৃতি নির্গত হয়। যেমন গাছের গুঁড়ি শাখা হইতে মোটা এবং শাখা উপশাখা প্রভৃতি হইতে মোটা, কারণ গুঁড়ি একটি, উহাকেই সকল শাখা উপশাখা প্রভৃতিকে পাদ্য দিতে হইতেছে, সেইরূপ ক্রম হিসাবেও বিদ্যুৎ শক্তিও প্রথমে লাইনের যে তার দিয়া প্রবাহিত হইতেছে সেই তার ক্রম হিসাবে

সর্কাপেক্ষা মোটা হওয়া প্রয়োজন। এই তার সকলের স্থূলতা ও সূক্ষ্মতা কারেন্টের পরিমাণের এবং লাইনের দূরত্বের উপর নির্ভর করে। যদি কারেন্টের বেগ অধিক হয়, তারের ব্যাসও অধিক হওয়া প্রয়োজন। বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাপ হিসাবে তারের ব্যাস ও মাপের তালিকা এই



চিত্র—৪৯৬

পুস্তকে দেওয়া হইয়াছে। কোন ধাতুর তারই একেবারে বাধাহীন নহে। অর্থাৎ প্রত্যেক ধাতুর তারই বিদ্যুৎ গতিকে কিছু না কিছু বাধা প্রদান করিয়া থাকে। তার যত ব্যাসে বড় হয় অর্থাৎ মোটা হয় সেই হিসাবে বাধার হার ততই অল্প হয় পূর্বেই বলা হইয়াছে।

লাইন হইতে বৈদ্যুতিক শক্তির ব্যবহার ও বিশেষ উপকরণ :—

সাধারণ গৃহে লোকে আলোক জ্বালাইবার, পাখা চালাইবার, জল তুলিবার পাম্প চালাইবার ও দ্রব্যাদি গরম করিবার জন্য বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করিয়া থাকেন। এই সকল কার্যে এই শক্তি প্রয়োগ করিতে হইলে বিশেষ কতকগুলি অবলম্বনের প্রয়োজন হয়। যে সারকিটের যে অংশের দ্বারা বিভিন্ন অবলম্বনে বিদ্যুৎ পরিচালক লাইন হইতে লইয়া বিশিষ্ট স্থানে পাওয়া যায়, বৈদ্যুতিক ভাষায় তাহাকে পয়েন্ট বলা যায়। অতএব দেখা যাইতেছে পয়েন্ট বিদ্যুৎ পরিচালক লাইন হইতে শক্তিদানকারী অংশ মাত্র।

পয়েন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে উহার দ্রব্যাদির তালিকা :—

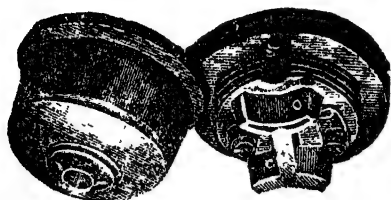
১। পয়েন্টের লাইন প্রস্তুত করিবার উপযোগী “হনশুলেটেড তার” (এই তারের ব্যাসের মাপ বা গেজ, পয়েন্টের কারেন্টের আবশ্যকতা হিসাবে নির্ণীত হয়)।

২। “ফিউজ কাটআউট ঃ—ইহা নিকটস্থ বিদ্যুৎ বহনকারী ডাইরেক্ট লাইনের সহিত পয়েন্টের তারকে সংযোগ করে এবং



আবশ্যক হইলে পয়েন্টকে বিদ্যুৎ বহনকারী লাইন হইতে পৃথক করে

সিলিং রোজ ( Ceilling Rose ) :—এই উপকরণ



হইতে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহৃত হয়। পয়েন্টের এই দ্রব্য পর্য্যন্ত 'ফিক্সার' (Fixture) বা স্থিতঅংশ, লাইনের তার এই পর্য্যন্ত

চিত্র—৪২৭

আসিয়া শেষ হইয়াছে।

সচরাচর এগুলি সিলিংএ ব্যবহার হয় বলিয়া ইহা নাম সিলিং রোজ

৪। সুইচ (Switch)

:—এই উপকরণ দ্বারা পয়েন্টে বা লাইনে বৈদ্যুতিক শক্তির চলাচল ইচ্ছামত করান যায়। এই সুইচ ভাল না হইলে হস্তে বৈদ্যুতিক শক লাগিবার সম্ভাবনা।



চিত্র—৪২৮



চিত্র—৪২৯

৫। প্লাগ ও এডপ্টার (Plug & Adopter ) :—এই উপকরণ দ্বারা বিদ্যুৎ

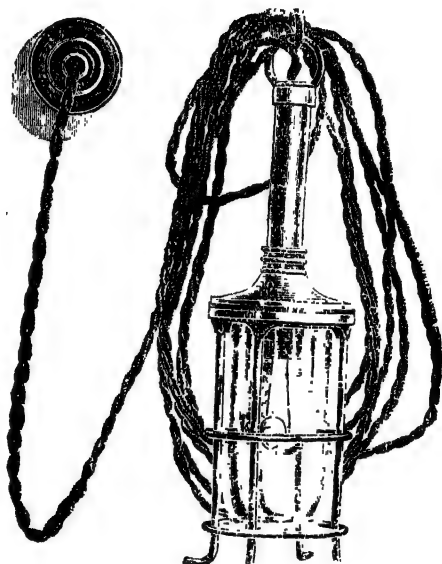
বাহক লাইনের তার হইতে বিদ্যুৎ শক্তি কার্যস্থানে তথাৎ আলোক, পাখা প্রভৃতিতে ফ্রেঙ্কোল তার সাহায্যে লাগানো যাইতে পারে।

অনেক সময় এই প্লাগ তিন পিনযুক্ত, এবং কোণাও কোণাও বা কনসেন্ট্রিক ভাবে প্রস্তুত হইয়া ব্যবহৃত হয়।

৬। স্লিট কেসিং প্রভৃতি উপকরণ :—যেমন

লাইনের তারের জন্ত ব্যবহৃত হয় সেইরূপ পয়েন্টের জন্তও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

৭। ফ্লেক্সেবল তার (Flexible wire):—এই তার কতকগুলি সরু সরু তারের সমষ্টির উপর ইনসুলেটেড হওয়ায় ইহাকে যে ভাবে ইচ্ছা বহুবার বাঁকাইতে পারা যায়। ইহাতে তার সকল সরু সরু হওয়ায় মোচড়াইলেও সহজে ভাঙ্গিয়া যাইবার ভয় থাকে না। এই তার প্রায়ই দুইটি (লীড ও রিটার্ন) একত্রে পাকাইয়া থাকিতে দেখা যায়। ৫০০ চিত্রে একটি



চিত্র—৫০০

ইন্স্পেক্শান ল্যাম্পের ফ্লেক্সেবল তার দ্বারা ওয়াল প্লাগে সহিত সংযোগ দেখান হইয়াছে।

দ্রষ্টব্য :—এই ফ্লেক্সেবল তার সাধারণত  $\frac{3}{16}$  অর্থাৎ ৪০ গেজের ৩৫ গাছি তার একত্র করিয়া ব্যবহৃত হয়। ইহাকে কোন কোন মেকার দুইবার রবার দ্বারা আবৃত করে আবার কেহ বা একবার রবার দ্বারা আবৃত করে। সেইজন্য ইহার সিঙ্গেল বা ডবল ভকানাইজড নামে অভিহিত হয়। ইহার বাহিরের আবরণ সিল্ক বা হুতির বুনান দ্বারা করিয়া দেখিতে হুন্দর হয়। আর এক প্রকার ফ্লেক্সেবল তার ব্যবহার হয়, ইহাতে দুই গাছি তার রবার দ্বারা পৃথকভাবে ইনসুলেটেড হইয়া বাহিরের একটি আবরণ দ্বারা আবৃত হয়। এ আবরণ সাধারণতঃ সূতার বুনান ও তাহাতে আলকাতরা মাখান। ইহাকে “ওয়ার্ক সপ্প” ফ্লেক্স বলা যায়।

## চতুবিংশ পরিচয় ।

বাতির বিশেষ ফিটিংস্‌ বা উপকরণ :-

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে বৈদ্যুতিক শক্তির কার্য্য, শক্তির অপর তিনটি অবস্থার মধ্য দিয়া সাধিত হইয়া থাকে, যথা—১। রাসায়নিক কার্য্য ২। উত্তাপ ও আলোক কার্য্য, ৩। চুম্বকবাহ্য আকর্ষণিক কার্য্য। এই সকল কার্য্যপ্রণালী বিভিন্ন পরিচয়ে বর্ণিত হইয়াছে। আলোক সম্বন্ধে এইস্থানে বর্ণিত হইবে।

বৈদ্যুতিক শক্তির দ্বারা আলোকিত করিতে হইলে বিভিন্ন প্রকারের ল্যাম্পের ব্যবহার হইয়া থাকে। এই ল্যাম্প সাধারণতঃ দুই প্রকারের প্রস্তুত হয়, যথা,—১। সম্পূর্ণভাবে কাঁচ দ্বারা আবৃত করিয়া তারখণ্ডকে বৈদ্যুতিক প্রবাহের দ্বারা গরম করিয়া প্রদীপ্ত কবান হয়। এই সকল ল্যাম্পের বাহিরের বায়ুর সহিত কোনরূপ সংযোগ নাই। ইহাকে ঠংরাজ্যতে সীল্ড-ফিলামেন্ট ল্যাম্প ( Sealed Filament Lamp ) বলা যায়। এই ফিলামেন্ট সকল বিভিন্ন ধাতু বা মিশ্র ধাতুর দ্বারা প্রস্তুত ও কাঁচের পাত্রের মধ্যে রক্ষিত। ২। বায়ুর সহিত সংস্পর্শ হইয়া বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা যে সকল ল্যাম্পের ধাতব খণ্ড প্রজ্জ্বলিত হয় তাহাদের বায়ু সংস্পর্শিত ল্যাম্প বলা যায়। যথা—‘নার্সট ল্যাম্প’ ( Nernst Lamp )। যে সকল ল্যাম্পে দুইটি পরিচালক খণ্ড প্রথমে একত্র হইয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে দিয়াই পৃথক হয় এবং সেই ফাঁক স্থান উল্লঙ্ঘন করিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহকালীন আলোক প্রদান করে তাহাদের আর্ক ল্যাম্প ( Arc Lamp ) বলা যায়। এই আর্ক ল্যাম্প বিভিন্ন প্রকারের ও ভাবে প্রস্তুত হয়।

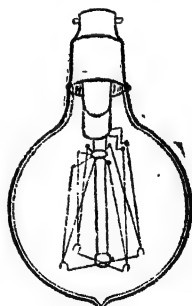
আলোকরূপে বিদ্যুৎ শক্তিকে ব্যবহার :-

যে সকল ল্যাম্পের প্রজ্জ্বলন শীল ধাতু সম্পূর্ণ কাঁচ দ্বারা আবদ্ধ থাকে,

এমন কি বায়ু পর্য্যাপ্তও ঐ প্রজ্জ্বলনশীল ধাতু স্পর্শিত হয় না, তাহাদিগকে ইনক্যান্ডিসেন্ট ফিলামেন্ট ল্যাম্প ( Incandescent Filament Lamp ) বলা যায় । এই ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের ফিলামেন্ট বা প্রজ্জ্বলনশীল ধাতু বিভিন্ন ধাতুর তারের দ্বারা নির্মিত হয় । যে সকল ল্যাম্পের ফিলামেন্ট বাশের চৌচ বা সূতা পুড়াইয়া উহার ছাই (কার্বন) দ্বারা প্রস্তুত হয় তাহাদিগকে কার্বন ফিলামেন্ট ল্যাম্প (Carbon Filament Lamp) বলা যায় । এই ল্যাম্পের জ্যোতি: কিছু লাল ও প্রতি ষ্ট্যাণ্ডার্ড একক বাতির জ্যোতি: উৎপন্ন করিতে ৩০ হইতে ৪ ওয়াট বৈদ্যুতিক ক্ষমতা খরচ করে । যেমন ১৬ বাতির জ্যোতি: যুক্ত কার্বন ল্যাম্প হইলে ৫৫ হইতে ৬০ ওয়াট পর্য্যাপ্ত খরচ করে । ইংরাজীতে বাতির জ্যোতি:কে ক্যান্ডেল পাওয়ার বলা যায় ( Candle power. c. p. ) । যদি ল্যাম্পের মধ্যে কার্বন ফিলামেন্ট না দিয়া মেটাল ফিলামেন্ট দ্বারা ল্যাম্প প্রস্তুত করা যায় তবে দেখা যায় যে এই আলোকের জ্যোতি: কার্বন ল্যাম্পের জ্যোতি: অপেক্ষা সাদা এবং ইহাতে প্রতি ক্যান্ডেল পাওয়ার ১ হইতে ১০ ওয়াটের অধিক খরচ করায় না । অতএব দেখা যাইতেছে যে সম ক্যান্ডেল পাওয়ার যুক্ত ল্যাম্প হইলে কার্বন ল্যাম্প অপেক্ষা মেটাল ল্যাম্প খরচ একের তৃতীয়াংশ পড়ে । সেই কারণে বিশেষ স্থান ও অবস্থা বাতীত কার্বন ফিলামেন্ট বাতি ব্যবহৃত হয় না, মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পের প্রচলনই অধিক । অধুনা



চিত্র—৫০১



চিত্র—৫০২

বাজারে আর একপ্রকার ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প প্রচলিত হইয়াছে ।

ইহাদের অর্ধ ওয়াট ( Half watt ) ল্যাম্প বলা যায়। ইহার আলোক আবার সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প অপেক্ষা সাদা। ইহাতে বিদ্যুৎ খরচ আবার সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পের অর্ধেক। সেই জন্য ইহার নাম হইয়াছে হাফ ওয়াট ল্যাম্প। প্রকৃত পক্ষে ১০০ ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের নিম্নে কোন হাফ-ওয়াট ল্যাম্পই ঠিক অর্ধ ওয়াট খরচ করায় না। ক্যাণ্ডেল পাওয়ার বত কমিতে থাকে, হাফ-ওয়াট ল্যাম্প ততই সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পের ন্যায় খরচ করায়। ১০০ ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের উপর পাওয়ার যুক্ত বত হাফ ওয়াট ল্যাম্প প্রস্তুত হয়, তাহারা প্রকৃতই প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে অর্ধ ওয়াট খরচ করায়। পূর্বকথিত কার্বন ও সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প সকলের মধ্য হইতে পাম্প দ্বারা বায়ু নিষ্কাশন করিয়া তৎক্ষণাৎ উহাদের 'সীল' করিয়া দেওয়া যায়, যাহাতে কোনরূপে উহাদের মধ্যে পুনরায় বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে। কারণ বায়ু প্রবেশ করিতে দিলেই প্রজ্জ্বলনশীল ফিলামেন্ট তৎক্ষণাৎ বায়ুর অক্সিজেন গ্যাসের সহিত সংস্পর্শিত হইলেই ঐ ফিলামেন্টগুলি অক্সিডাইজড হইয়া কাটিয়া যাইবে ও বৈদ্যুতিক পথ ছেদিত হইবে। এই নির্মিত কেহ কেহ এই ল্যাম্পকে ভ্যাকুয়াম ল্যাম্প ( Vacuum Lamp ) বলেন। কিন্তু অর্ধ ওয়াট ল্যাম্পের মধ্যের বায়ু নিষ্কাশন করিয়া উহার মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি করিয়া তৎক্ষণাৎ সীল করিয়া দেওয়া যায়। নাইট্রোজেন গ্যাসের গুণ এই যে অল্প পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা ফিলামেন্টকে ( অক্সিডাইজড না করিয়া ) অত্যন্ত উত্তপ্ত করে। এই ফিলামেন্ট অতিশয় উত্তপ্ততা হেতু অল্প বিদ্যুৎ প্রবাহে অধিক জ্যোতিঃ বা আলো দান করে। এই ল্যাম্পদিগকে কেহ কেহ গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প ( Gas filled Lamp ) নামে অভিহিত করেন। অন্য প্রকার ল্যাম্প যাহা প্রফেসর নার্স্ট দ্বারা আবিষ্কৃত হইয়াছে তাহাকে নার্স্ট ল্যাম্প নামে অভিহিত করা যায়। এই ল্যাম্প প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের জন্য

অর্দ্ধ ওয়াট বৈদ্যুতিক ক্ষমতা খরচ করে। ইহা উপরোক্ত তিন প্রকার ল্যাম্প হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন পদ্ধতিতে প্রস্তুত। এই ল্যাম্পের ফিলামেন্ট ভ্যাকুয়াম বা নাইট্রোজেন গ্যাসযুক্ত কাঁচ পাত্রে প্রজ্জ্বলিত না হইয়া সাধারণ তৈলের ল্যাম্পের ন্যায় বায়ুর সাহায্যে জ্বলিয়া থাকে। পরে ইহার একটি কাঠাম চিত্র ও কার্যাকরী বিবরণ দেওয়া হইয়াছে।

পূর্বোক্ত ল্যাম্প সকল লাইনের সহিত সংযোগ করিতে হইলে ল্যাম্প হোল্ডারের সাহায্য করিতে হয়। এই ল্যাম্প-হোল্ডার সকল ল্যাম্পের

কাপের তৈয়ারের

উপর নির্ভর করে।

উপরোক্ত ল্যাম্প

কাহারও বা ফ্লু-

কাপ কাহারো বা

বায়োনেট কাপ

আবার কাহারও বা গলায়ত ফিটিং কাপ থাকে, সেই হিসাবে হোল্ডার ও



চিত্র—৫০৩



চিত্র—৫০৪



চিত্র—৫০৫



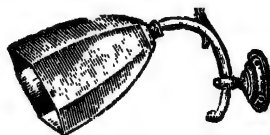
চিত্র—৫০৬



চিত্র—৫০৭

‘ফ্লু হোল্ডার’ ‘বায়োনেট-কাপ হোল্ডার’ ও ‘গলায়ত-হোল্ডার’ নামে অভিহিত হয়। এখানে বিভিন্ন প্রকারের কাপের উপযোগী হোল্ডারের চিত্র দেওয়া হইল। কতকগুলি ল্যাম্প

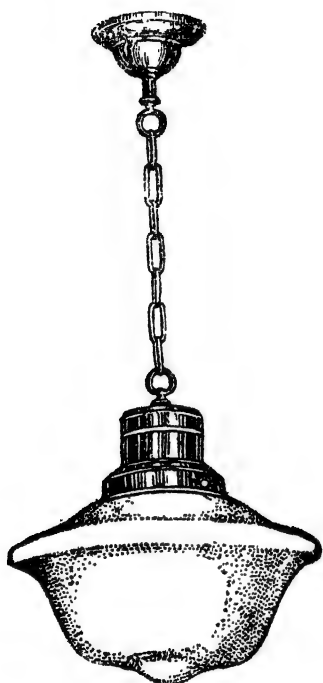
আবার ঝুলান না হইয়া ব্রাকেটের দ্বারা সংযুক্ত হয়। ঐ ব্রাকেট সাধারণতঃ দেওয়ালে লাগান হয়।



চিত্র—৫০৮

ঝুলায়মান ল্যাম্প আবার ওজন হিসাবে হ্যামিল্টন পোল দ্বারা বা চেন দ্বারা খাটান হয়। আজকালের আবার

ফাসান, সেড ল্যাম্পের উপর না দিয়া নিম্নদিকে দিতে হয়, তাহাতে আলোক বরাবর নীচে না পড়িয়া সেডে পড়িয়া প্রতিবিম্বিত হইয়া নীচে পড়ে। ইহার গুণ এই যে কোথাও ছায়া পড়ে না ও চক্ষু শীতল



চিত্র—৫০৯



চিত্র—৫১০

রাখে, ৫০৯ চিত্রে দ্রষ্টব্য। নিকটে লেখা পড়া প্রভৃতি কার্যের জন্য ফ্লোয়েবল কর্ড দ্বারা বিদ্যুৎ শক্তি প্লাগের সাহায্যে লাইন হইতে লইয়া টেবিল ল্যাম্প জ্বালিতে পারা যায়, চিত্র ৫১০। কোন কোন হোল্ডারের সহিত চাবি থাকে, উহার দ্বারাও আলোককে নিবান জ্বালান যায়। এইরূপ হোল্ডারকে কী হোল্ডার বলে চিত্র—৫১৫। চিত্র ৫১১ ও ৫১২

সাধারণ আলোক স্তম্ভের, চিত্র ৫১৪ একটি ওয়াটার টাইট ফিটিংসের,



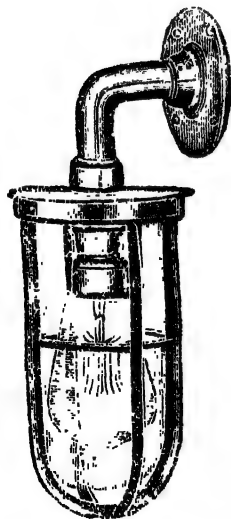
চিত্র—৫১১



চিত্র—৫১২



চিত্র—৫১৩



চিত্র—৫১৪

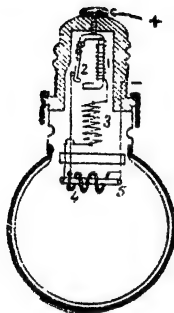


চিত্র—৫১৫

এবং ৫১৩ চিত্রে আলোককে উপর নীচু করিবার যন্ত্রদেখান হইয়াছে



নারস ট ল্যাম্প :—এই ল্যাম্প নারস ট দ্বিতীয় শ্রেণীর কণাকটারকে ফিলামেন্টকে ব্যবহার করিয়াছেন। এই শ্রেণীর কণাকটারগণ শীতল অবস্থায় উহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে দেয় না। কিন্তু উহাদের লাল উত্তপ্ত করিতে পারিলে উহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এবং ঐ প্রবাহের দ্বারা ফিলামেন্ট প্রদীপ্ত হয়। এই প্রথম উন্নত ক্রিয়া একটি প্লাটিনাম গুটির দ্বারা হইতে পারে। ৫১৬ চিত্রে এই ল্যাম্পের বিভিন্ন অংশের সংযোগ দেখান হইয়াছে। যে বিদ্যুৎ প্রবাহ + হইতে - পোলে প্রবাহিত



চিত্র—৫১৬

হইবে তাহার দুইটি পথ আছে। একটি পথ একটি ক্ষুদ্র ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটের আমেচার হইয়া উৎকারক প্লাটিনাম কয়েলের মধ্য দিয়া এবং অপর একটি পথ ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটের তারের গুটির মধ্য হইয়া লৌহ নিশ্চিত বাধাদায়ক তারের (এই বাধাদায়ক তার একটি ভ্যাকুয়াম টিউবের মধ্যে রক্ষিত আছে); মধ্য দিয়া তৎপরে ঐ বিশেষ বস্তুর দ্বারা প্রস্তুত ফিলামেন্টের মধ্য দিয়া নেগেটিভ লাইন সংযুক্ত হয়। ল্যাম্প জালিতে হইলে প্রথমে হুইচ খুলিয়া বিদ্যুৎ চাপ দিলেই বিদ্যুৎ প্রথমে আরমেচার হইয়া উত্তাপকারী কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে এবং ঐ বিশেষ ধাতুর ফিলামেন্টটিকে কিছুক্ষণের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে তখন দ্বিতীয় পথ দিয়া ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটের গুটির পথ দিয়া লৌহ রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়া, ফিলামেন্ট দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত

হইতে থাকে, তখন এই প্রবাহ হেতু ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেট আরমেচারটিকে আকর্ষণ করে এবং সেই আকর্ষণের দ্বারা প্রথম বৈদ্যুতিক পথটি বিচ্ছিন্ন হয় এবং উহা দিয়া আর বিদ্যুৎশক্তি প্রবাহিত হইতে পারে না এবং দ্বিতীয় পথটির দ্বারা প্রবাহিত হইয়া ল্যাম্পটিকে কার্য্য করায়।

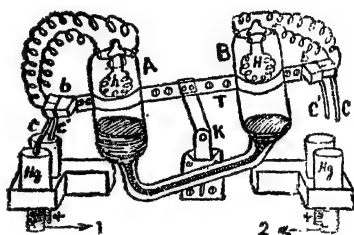
অংশাবলী :—১, ইলেক্ট্রিক আমেচার, ২, ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেট কয়েল ৩, লৌহ-নিশ্চিত বাধাদায়ক তার (ভ্যাকুয়াম পাত্রের মধ্যে রক্ষিত), ৪, উৎকারক প্লাটিনাম কয়েল, ৫, বিশেষ বস্তুর দ্বারা প্রস্তুত দ্বিতীয়-শ্রেণীর কণাকটার।

এই ল্যাম্পের ক্যাপ সাধারণ বায়োনেট বা স্ক্রু আকৃতির হয়। চিত্রে স্ক্রু ক্যাপ দেখান হইয়াছে। এই ল্যাম্পের ফিলামেন্টে প্রতি ক্যাডেল পাওয়ারে  $\frac{1}{2}$  ওয়াট বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে। আজকাল  $\frac{1}{2}$  ওয়াট মেন্টাল ফিলামেন্ট গ্লো-ল্যাম্প আবিষ্কৃত হইয়া এই ল্যাম্পের প্রচলন অধিক নাই।

ফ্লাশার (Flasher) :—দোকান বা বিজ্ঞাপন প্রভৃতিতে দৃষ্টি আকর্ষণের নিমিত্ত রাত্রিকালে কোন বা কতিপয় বৈদ্যুতিক আলোক উচ্চাভ্যাসী জ্বালা বা নিবান ফ্লাশারের উদ্দেশ্য। কোন কোন স্থলে ঐ আলোকগুলির সনষ্টি দ্বারা অক্ষরা দি গঠিত হয়, কোথাও বা অক্ষরাদির

সম্মুখে বা পশ্চাতে থাকিয়া তাহাদিগকে আলোকিত করে এবং এই আলোকগুলিকে রঙ্গীন করিবার নিমিত্ত বাষ্পগুলিকে রঙ্গীন করা হয়। কোনস্থলে কতকগুলি করিয়া আলোক পর্যায়ক্রমে জলে ও নিবিয়া যায়, আবার কোনস্থলে বা জলিবার পর একেবারে না নিবিয়া মিট মিট করিয়া জলে। ফ্লাসারের এই কার্য্য পদ্ধতি নিম্নের চিত্র দেখিলে বুঝা যাইবে।

**থার্মাল ফ্লাসার (Thermal flasher) :**—ইহাদিগের কার্য্যপ্রণালী প্রবাহোদ্ভূত তাপে বস্তুর বিচ্ছারণ দ্বারা বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হওয়া। ৫১৭ চিত্রে একটি ‘টু-ওয়ে’ থার্মাল ফ্লাসার দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে যদি  $b'$  টার্মিনাল দিয়া প্রবাহ বহে তাহা হইলে H কয়েল দ্বারা B



চিত্র- ৫১৭

এর বায়ু উত্তপ্ত হয় ও তজ্জন্তু উহার পারদের কিয়দংশ A তে নির্গত হইয়া যায়, সুতরাং A ভারী হওয়ায় উহা অবনত হইয়া পড়ে ও  $cc'$  দ্বারা ১ নম্বর বাতিগুলি প্রজ্জ্বলিত হয়। এখন এই সঙ্গে  $b'$  লাইন হইতে বিযুক্ত হয় ও b দ্বারা b লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় ও পৃথকের দ্বারা এখন A হইতে পারদের কিয়দংশ নির্গত হইয়া B এ যাইয়া উহাকে অবনত করে ও তজ্জন্তু CC দ্বারা ২ নং বাতির সার্কিট সম্পূর্ণ হয় ও b লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। এইরূপে পর্যায়ক্রমে ফ্লাসার সংযুক্ত আলোক সকল বার বার নিবিয়া যায় ও পুনরায় প্রজ্জ্বলিত হয়।

**মোটর চালিত ফ্লাসার :**—লাইন হইতে প্রবাহ পাইলে মোটরের আমেচার ঘূর্ণিতে থাকে, ঐ আমেচারের স্পিন্ডেল (Spindle) দ্বারা অপর একটি সাফটকে (Shaft) ঘুরান হয়। এই সাফটে কতকগুলি ক্যাম আছে, উহার পর্যায়ক্রমে স্ব স্ব পুসকে টিপিয়া বৈদ্যুতিক সংযোগ ঘটায়।

বার্তা সকল কতক্ষণ ধরিয়া জ্বলিবে বা নিবিয়া থাকিবে তাহা এই ক্যাম সকলের আকৃতির ও 'টালের' উপর নির্ভর করে।

দ্রষ্টব্য :—আর্ক ল্যাম্প ও নার্সট ল্যাম্পের সহিত ক্লাসার ব্যবহৃত হয় না, শ্লে ল্যাম্পের সহিত ব্যবহৃত হয়। কারণ আর্কল্যাম্প প্রভৃতি, প্রবাহ বহিবামাত্র, প্রজ্জ্বলিত হয় না, বা প্রবাহ বন্ধ হইবামাত্র নিবিয়া যায় না—কিছু সময় লাগে অর্থাৎ প্রবাহ বহমান হইবার কিয়ৎক্ষণ পরে জ্বলে ও প্রবাহ বন্ধ হইবার কিছু পরে নিবিয়া যায়।

### ল্যাম্প বিবক্ষক জ্ঞাতব্য তালিকা।

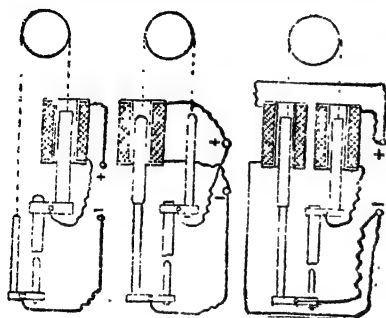
নং	ফিলামেন্ট	জীবন (ঘণ্টাঃ)	ক্যাডেল পাওয়ার হিসাবে ওয়াট খরচ।
১	কার্বন ফিলামেন্ট	২০০০	৩.৫ হইতে ৪
২	মেটাল ফিলামেন্ট	১৫০০	১.১২ হইতে ১.৮৪
৩	হাফ ওয়াট বা গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প	১০০০	৩২ হইতে ১০০ ক্যাডেল পাওয়ার পর্যন্ত প্রায় ১ হইতে ২ ওয়াট এবং ১০০ ক্যাডেল পাওয়ার উদ্দেশ্যে প্রতি কাঃ পাঃ হিসাবে ২ ওয়াট খরচ করে।

এই হাফ-ওয়াট ল্যাম্প মোটর গাড়ীর হেড লাইটের জন্যও ব্যবহৃত হয়। এবং বাস্তব বাট প্রভৃতির অল্প প্রকার আলোক উদ্ভিদ গিয়া ইহার প্রচলনই অধিক হইয়াছে।

আর্ক ল্যাম্প ( Arc Lamp ) :—যখনই কোন বৈদ্যুতিক পথ প্রবাহকালীন গোধ করা যায় তখনই দেখা যায় যে সেই রোধিত স্থান দিয়া অগ্নিফুলিঙ্গ বাতির হয় এবং পরে বন্ধ হয়। ইহার কারণ প্রথমে বৈদ্যুতিক পথ স্বন্দরভাবে সংযুক্ত থাকে, ক্রমে বিবৃদ্ধ কালে যতই বিবৃদ্ধ অবস্থা প্রাপ্ত হইতে থাকে ততই ধাতব পথের আয়তন কম হইতে থাকে এবং বিজ্জাত বেগ দ্বারা সেই অজ্ঞায়তন পথ অপেক্ষাকৃত উষ্ণ হয় এবং ধাতব ধূত্রে সঞ্চার করে, এবং যখন ঐ পথ বিচ্ছিন্ন হয়, প্রবাহজনিত উত্তাপ সেই ধাতব ধূত্রে অবলম্বনে একপ্রকার অগ্নিফুলিঙ্গ-সেতু প্রস্তুত করিয়া কিয়ৎক্ষণের জন্য প্রবাহিত হইতে থাকে। এষ্ট প্রজ্জ্বলমান ফুলিঙ্গ-সেতুকে আমরা

‘আর্ক’ বলিয়া থাকি। ইহা হইতেই আর্ক ল্যাম্পের উৎপত্তি। এই আর্ক সর্ব সময়ে একভাবে পাইতে হইলে ধাতু দণ্ড ব্যবহার সুবিধাজনক নহে। কারণ তাহারা শীঘ্রই বিগলিত ও ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই ধাতুদণ্ডের পরিবর্তে কার্বন দণ্ড ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কার্বনের বাষ্পাদায়ক শক্তি ধাতু অপেক্ষা অধিক হওয়ায় আর্ক হইবার সময় উহাদের আর্ক প্রস্তুতকারী সীমাবদ্ধ প্রজ্জ্বলিত হয় এবং আর্ক প্রস্তুতকালীন উহারা পরস্পরের মধ্যে নিযুক্ত হয় এবং আর্ক সর্বসময়ে প্রস্তুত হয় এবং বায়ু ও কার্বন-ধূস উভয় হইয়া বিদ্যুৎপথে অতীব বাষ্পাদায়ক হয়, এবং সেই বাষ্পের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘটয়া কার্বনের সীমাকে প্রজ্জ্বলিত করে। এই ক্রিয়ার সময় পজিটিভ কার্বনটি হইতে ধূস বহির্গত হওয়ায় উহার আলোক যত না আর্ক হইতে নির্গত হয়, পজিটিভ কার্বনের বিন্দু হইতেই অধিক নির্গত হয়, সেইজন্য পজিটিভ কার্বনকে আলোকের মূল বা জড় বলা যায়। একদিকে প্রবাহিত (Continuous current) বিদ্যুৎ শক্তির জন্য প্রস্তুত আর্ক ল্যাম্পের পজিটিভ কার্বনটি নেগেটিভ কার্বন হইতে অধিক স্থূল করা যায়। কারণ পজিটিভ কার্বনটি আলোকের মূল বা জড় হওয়ায় উহা শীঘ্র ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই আর্ক ল্যাম্পের কার্বন ক্ষয়প্রাপ্ত হইলে উহাদের সর্বদা সম ব্যাবধান করিয়া দিতে হয়। এই কার্য বাহাতে কতকটা আপনা আপনি সাধিত হয় সেইজন্য ইলেক্ট্রো-মাগনেটিক ক্রিয়ার সাহায্য লইয়া এই আর্ক ল্যাম্প প্রস্তুত হইয়া থাকে। আর্ক ল্যাম্প দিগকে নিয়মিত কার্য করাইতে হইলে প্রত্যহ উহার তত্ত্বাবধানের প্রয়োজন হয়। একের অধিক আর্ক-ল্যাম্প ব্যবহৃত হইলে উহারা প্রায়ই সারিতে (সিরিজে series) সংযুক্ত হয়। কার্বনের উপকরনানুযায়ী উহাদের আলোকের রংএর তারতম্য করিতে পারা যায়। এই সকল আর্ক ল্যাম্প সাধারণতঃ ৩৫ হইতে ৪০ ভোল্ট সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। ২২০ ভোল্ট সার্কিটে আর্ক ল্যাম্প ব্যবহার করিতে হইলে হয় উহারা কোন রেজিষ্ট্যান্স কয়েলের সহিত

সিরিজে বা কয়েকটি আর্ক ল্যাম্প সিরিজে ব্যবহৃত হয়। এই আর্ক ল্যাম্পের খরচ প্রতি ক্যান্ডেল পাওয়ারে অর্ধ ওয়াট, কিন্তু অধুনা অর্ধওয়াট গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প আবিষ্কার হইয়া এই আর্ক ল্যাম্পের ব্যবহার কমিয়া গিয়াছে।



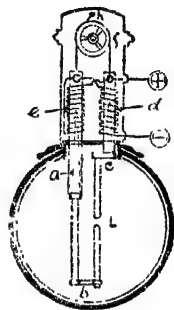
চিত্র—৫১৮, ৫১৯, ৫২০

সেইজন্ত আর্ক ল্যাম্পদের সিরিজ, সার্ট ও কম্পাউণ্ড আর্ক ল্যাম্প নামে অভিহিত করা যায়। উহাদের কাঠাম যথাক্রমে ৫১৮, ৫১৯, ৫২০ চিত্রে দেখান হইল।

চিত্রে দৃষ্ট হইবে যে উপর ও নিম্নের কার্বন হোল্ডারদ্বয় একটি রোলারের দ্বারা চালিত চেন বা দড়ির দ্বারা ঝুলান অবস্থায় রক্ষিত হয়। উপরের কার্বন হোল্ডারের সহিত একটি লৌহ কোর সংযুক্ত থাকে এবং ঐ লৌহ কোর একটি কয়েলের মধ্যে এমনভাবে প্রবিষ্ট হয় যাহাতে এই কোর কয়েলের উপর বা নীচের দিকে যাইতে পারে। কয়েলটি আর্ক কার্বন ঘরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়। কারেন্ট প্রবাহিত হইলেই ঐ কয়েলের মধ্য দিয়াও প্রবাহিত হয়। ঐ কারেন্ট প্রবাহের দ্বারা কয়েলটি উদ্ভেজিত হইলে ঐ লৌহ কোরটিকে কয়েলের মধ্যে আরও টানিয়া লয়, সেই সঙ্গে কার্বন দুইটির মধ্যে ব্যবধান হইয়া বৈদ্যুতিক আর্ক উৎপন্ন হয়। যত কার্বন ক্ষয় হইতে থাকে, বৈদ্যুতিক বেগ কম হইতে থাকে, তাহাতে

আজকাল ইহারা বিশেষ কার্যের দরুণ, যেমন সিনেমা কার্য, আর্ক ওয়েল্ডিং প্রভৃতির জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই আর্ক ল্যাম্প সকলের ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক কয়েলের ক্রিয়া তিন প্রকার সংযোগ ব্যবস্থার দ্বারা হইয়া থাকে, যথা—১। সিরিজ ২। সার্ট, ৩। কম্পাউণ্ড।

কয়েলের কারেন্টও কম হওয়ার দরুন কার্বনের ব্যবধানও কম হয়। উহাতে আবার অধিক কারেন্ট প্রবাহিত হইয়া কয়েলকে তেজবৃত্ত করে, তাহাতে কোরের পুনরায় জোর আকর্ষণ হেতু সংলগ্নিত কার্বন দ্বয়েরও অধিক ব্যবধান ঘটে ও তাহাতে আর্কেরও তেজ অধিক হয়। এইরূপে নিজে নিজেই আর্কের ব্যবধান ঠিক করিয়া এই ল্যাম্প কার্য্য করে। সময় সময় এই ল্যাম্পের সহিত সিরিজে, ভোল্টেজ হিসাবে, একটি ভিন্ন রেজিষ্ট্যান্স বা বাধা কয়েলও সংযুক্ত হয়। লাইন ভোল্টেজের অবস্থা ও কার্য্য অনুযায়ী সাঁট ও কম্পাউণ্ড আর্ক ল্যাম্পও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।



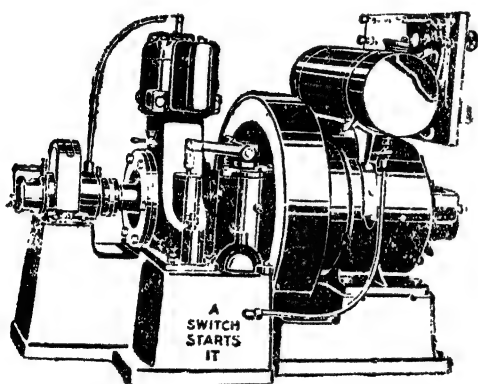
একটি ডিফারেন্সিয়াল আর্ক ল্যাম্পের কাঠাম-  
চিত্র প্রদত্ত হইল, ৫২১ চিত্র দ্রষ্টব্য।

চিত্র—৫২১

**মারকারী ভেপার ল্যাম্প (Mercury Vapour Lamp) :**—মারকারী ভেপারে বা ধূমে বিদ্যুৎ তেজ প্রবাহিত করাইয়া বৈদ্যুতিক আলোক পাওয়া যাইতে পারে। এই ল্যাম্পে প্রতি ক্যাথোড পাওয়ারে প্রায় ২ ওয়াট শক্তি খরচ হয়। এই ল্যাম্পকে ‘কুপার হিউইট’ ল্যাম্প বলা যায়। ইহার প্রস্তুতি অতীব সরল। ইলেক্ট্রোডের সহিত একটি লম্বা কাঁচের টিউব থাকে। নীচেরটি পারদের দ্বারা প্রস্তুত ও উপরেরটি লৌহ বা নিকেলের প্রস্তুত, এই ল্যাম্প জ্বালিতে হইলে ইহাকে একটু কাত করিলেই ঐ টিউব দিয়া পারদ গড়াইয়া মূর্ত্ত কালের মধ্যে হই ইলেক্ট্রোডকে সংযোগ করে, এই সংযোগের ফলে ঐ পারদ ধূমকে উৎপন্ন করিয়া বিদ্যুৎ বহমান অবস্থায় আনয়ন করে। এই ল্যাম্পের সহিত সিরিজে একটি রেজিষ্ট্যান্স সংযোগ করা প্রয়োজন। এই ধূমের আলোক অগ্নাব প্রথর ও নীলাভ। ইহার আলোকে লাল রং কালো প্রতীয়মান হয়। অতএব এই আলোকের সাহায্যে রং পরিচয় কার্য্য হইতে পারে

না। এই আলোকে ড্রুইং আফিসের কার্য বেশ সুন্দর চলে, যেহেতু ইহার আলোক বেশ সমভাবে বিস্তৃত হইয়া পড়ে। ইহার আলোক অতীব তেজস্কর হওয়ায় আলোক চিত্র কার্যে ইহার আদর যথেষ্ট। এই আলোকের জ্যোতিঃ গাত্র চর্ম্মের উপর কার্য করে এবং ইহার দিকে দৃষ্টিপাত করিলে চক্ষুরোগ হইবার সম্ভাবনা।

বৈজ্ঞানিক প্রবাহ সাধারণ কার্যের জন্য সরবরাহ করিতে হইলে সাণ্ট ডায়নামো ব্যবহার করিতে এই সাণ্ট ডায়নামো হইতে ৩টি তার

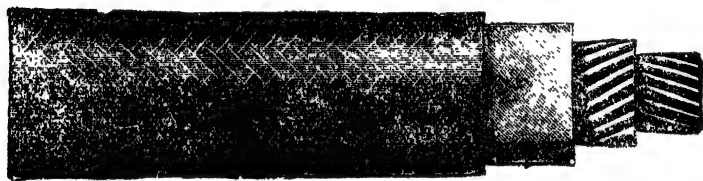


চিত্র—৫০২

বাহিরে আনা হয়। এই তিনটি তারের মধ্যে একটি পজিটিভ + ও একটি নেগেটিভ - ও তৃতীয়টি সাণ্টরাড্য কয়েলের তার। এই তিনটি তার মেন সুইচ বোর্ডে লইয়া গিয়া তথায়

পজিটিভ তারটি +টারমিনালে, নেগেটিভ তারটি -টারমিনালে এবং সাণ্ট কয়েলের তারটি একটি রেগুলেটিং রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়া রিটার্ন সার্কিট টারমিনালের সহিত সংযোগ হইবে। তৎপরে + ও -টারমিনাল হইতে আগমিটার, ভোল্ট মিটার, মেন ফিউজ প্রভৃতির সহিত সংযোগ হইয়া মেন বোর্ড হইতে পজিটিভ ও নেগেটিভ তার দুইটি বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ লাইনে যাইবে। এই লাইন পূর্বোক্ত মত জলের মধ্য দিয়া, ভূমির মধ্য দিয়া কিম্বা থামের সাহায্যে শূন্য মার্গ দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। তারগুলি বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন পথ দিয়া লইয়া তারের ইনসুলেশান ও তার আটকাইবার

সরঞ্জামও বিভিন্ন প্রকারের করিবার প্রয়োজন হয়। অতল জলের মধ্য দিয়া যে তার খাটান হয় তাকে সাব-মেরিন কেব্ল (Submarine Cable) বলা যায়। এই সাবমেরিন কেব্ল এর চিত্র পূর্বেই দেওয়া হইয়াছে। এই কেব্ল ছিঁড়িয়া না যায় সেই জন্য উহার উপরের রবারের ইনসুলেশানের উপর ষ্টিল তার দিয়া জড়াইয়া তৎপরে আবার উহাকে ভাল করিয়া রবার ইনসুলেট করিয়া উহার উপর, স্যাঁতা বা ডাম্প হইতে রক্ষা করিবার জন্য, সীসার কোসং বা আবরণ দেওয়া যায়। এই কেব্ল ভাসমান খাধা বা বয়্যার সহিত আবদ্ধ থাকে যাহাতে জলের মধ্যে নির্দিষ্ট স্থান হইতে উঠিতে বা নামিতে না পারে। এই সমুদ্র মধ্যস্থ “সাবমেরিন



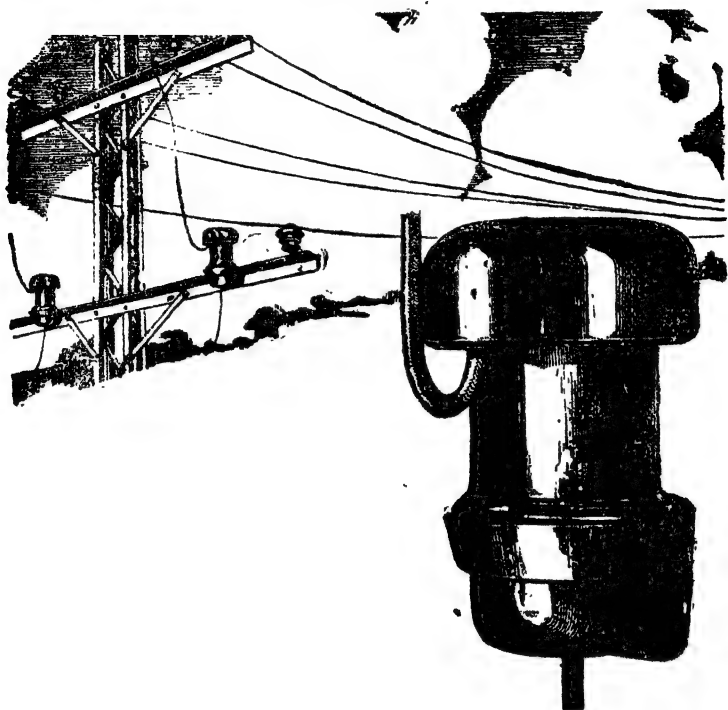
চিত্র—৫২৩

কেব্ল” টেলিগ্রাফ প্রভৃতি লাইনের জন্যই ব্যবহৃত হইয় থাকে। সমুদ্রের ভূগর্ভ (Underground) চিত্র—৫২৩ ও শূন্য মার্গ (Over head) চালিত লাইনট বিদ্যুৎ প্রবাহ সরবরাহের জন্য বিশেষ প্রশস্ত। যে কোম্পানীকে অনেক গ্রাহককে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করিতে হয় এবং বড় বড় খরিদারকে নানা কারণ বশতঃ অধিক ভোল্টেজের কারেন্ট সরবরাহ করিতে হয় সেই স্থলে সাপ্লাই কোম্পানী দুইটি মেন তার না লইয়া গিয়া তিনটি মেন তার খাটাইয়া থাকেন।

**লাইটনিং প্র্যারেষ্টার (Lightning Arrester) :—**  
ইহা শূন্যমার্গ চালিত লাইনে ব্যবহৃত হয়। ইহা লাইন ও ঐ সংলগ্ন যন্ত্রাদিকে বজ্রপাত হইতে রক্ষা করে। ৫২৪ চিত্রে ইহার ব্যবহার দর্শিত হইল।



অস্বাভিঃ বা তার খাতান সম্বন্ধে কতিপয়  
জ্ঞাতব্য বিষয়—তার (Wire) :—শক্তির অপচয় হ্রাস



চিত্র—৫২৪

করিবার নিমিত্ত তারগুলির ধাতু একরূপ হওয়া প্রয়োজন যেন দৈর্ঘ্য অনুপাতে বাধা অল্প হয়। তজ্জন্তু নির্ম্মল তাম্রই প্রশস্ত। সমস্ত আলো প্রভৃতি এককালে জ্বলিলে যেরূপ প্রবাহ লাগে তদনুযায়ী হিসাবমত ঠিক মত গেজের তার ব্যবহার করিতে হয়—নচেৎ সৰু হইলে অথবা উষ্ণ হইবার বা গলিয়া যাউবার সম্ভাবনা, আর অথবা মোটা হইলে অধিক তাপ খরচ হয়। যাহাতে সহজে অক্সিডাইস্‌ড না হয় অর্থাৎ মরিচা না পড়ে

তজ্জন্ত তারের উপর টিনের কলাই থাকা বিধেয়। যাহাতে স্যাওতা ( Damp ) না লাগে এবং প্রবাহ লীক হইতে না পারে তজ্জন্য ভাল ভকানাইজড রবার প্রভৃতি ইনসুলেটিং পদার্থ দ্বারা আবৃত হওয়া প্রয়োজন। এই ইনসুলেটিং আবরণের স্থূলতা ভোল্টেজ অনুসারে অধিক হইবে। এই আবরণ যাহাতে নষ্ট না হয় তজ্জন্ত ফিতা বা সূতার বুনান দ্বারা আবৃত থাকে। এবং এই সূতার বুনানকে ড্যাম্প বা এসিড প্রভৃতি হইতে রক্ষা করিবার জন্য ইহাকে মোম ( Wax ) বা আলকাংরা প্রস্তুত বার্গিশে ( Marline ) সিক্ত করা হয়। সচরাচর দুইটি করিয়া ফিতা আচ্ছাদিত এবারের আবরণ দেওয়া হয়, চিত্র ৫২৫। এই রবার প্রভৃতি এরূপ হয় যেন  $১৭০^{\circ}\text{C}$  তপ্ততায় না গলে।



চিত্র—৫২৫

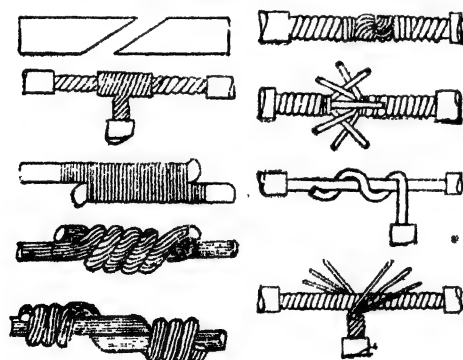
**তার খাটান:**—তার খাটাইবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যে যথার্থ অধিক তার যেন ব্যবহার না হয়, অথচ দেখিতে সুচারু হয়, বিসদৃশ না হয়।

(+) পজিটিভ ও (−) নেগেটিভ তারের মধ্যে যাহাতে সন্দেহ না হয় তজ্জন্য সচরাচর পজিটিভ তার বা লীডকে ( Lead ) বামদিকে ( Left ) ও নেগেটিভ বা রিটার্ন ( Return ) তারকে ডাইনদিকে ( Right ) রাখা হয়। আবার কোথাও বা দুই বিভিন্ন রংএর তার যথা লাল ও কালো বা সাদা ও কালো রংএর তার ব্যবহার করে। সাধারণতঃ লাল তারটি পজিটিভ হয়। মিস্ত্রীগণ পজিটিভ তারকে গরম তার ও নেগেটিভকে ঠাণ্ডা তার বলে, সংযোগাদির সময় কালো তার ও লাল বা সাদা তারের সহিত ঐ প্রকার তার সংযোগ করিতে হয়। পজিটিভ তার (+) লাইন হইতে স্লিচে যান, নেগেটিভ তার (−) লাইন হইতে পয়েন্টে যান, পয়েন্ট হইতে স্লিচ পর্যন্ত তারকে সংযোজক তার বলে। শাখা বাহির করিবার সময় এক রংএর তারের সহিত সেই রংএর তার যোগ করিতে হয়।

উক্ত নিয়মগুলি মানিয়া চলিলে কাজের সুবিধা হয় ও সার্কিট প্রভৃতি দোষ ঘটবার সম্ভাবনা কম থাকে।

**জমি বা কাছা সংযোগ (Earth Connection) :—**  
এই প্রথম উৎপাদকের (+) টার্মিনাল হইতে (+) তারটি আসিয়া স্পাইচে যায় ও (—) তারটি স্পাইচ হইতে পয়েন্ট ও তথা হইতে জমি বা ধাতব কাছার সহিত সংলগ্ন উৎপাদকের (—) টার্মিনালের সহিত সার্কিট সম্পূর্ণ করে। ছাদ বা দেওয়াল প্রভৃতি ভেদ করিয়া তার লইয়া বাইতে হইলে প্রথমে তাহাদের মধ্যে ছিদ্র করিতে হয়, পরে ঐ ছিদ্রের মধ্যে চীনা মাটি বা সীসার পাইপ দিয়া তাহার মধ্য দিয়া তার লইয়া বাইতে হয়। পাইপের মুখগুলি নিম্নদিকে বাকাইয়া দিতে হয়, যেন বৃষ্টি প্রভৃতির জল প্রবেশ করিতে না পারে।

**তারের সংযোগ স্থল (Joint) :—** দুইটি তারকে একত্র সংযোগ করিতে হইলে প্রথমতঃ ধাতব তারের শেষভাগের অপরিচালক আবরণকে ছুরি দ্বারা কাটিয়া তুলিয়া ফেলিতে হইবে; তৎপরে



চিত্র—৫২৬-৫৩৪

সাবধানের সহিত আস্তে আস্তে টাচিয়া তারকে একত্র ভাবে সাফ করিতে হইবে যেন ধাতু কাটিয়া না যায়। পরে প্লায়াস চিত্র ৫৩৫ দ্বারা উভয়ের ধাতব তারকে পরস্পরের সহিত একত্র ভাবে জড়াইয়া দিতে

হইবে যে ভালরূপ ধাতব সংস্পর্শ হয়—চিত্র ৫২৬-৩৪। তার সাফ করিবার জন্য কোন এসিড ব্যবহার করিতে নাই। পরে সংযোগস্থলকে অপরিচালক

ফিতা দ্বারা আচ্ছাদিত করিয়া পূর্বে যে পরিমাণে রোধিত ছিল সেই পরিমাণে রোধিত করিতে হয় বাহাতে কোন প্রকারে ঐ স্থান দিয়া লীক না ঘটে।  
এস্থলে বিশেষ সাবধান হওয়া প্রয়োজন যেন ফিতার বা তারের উপরিস্থ



চিত্র—৫৩৫

বুনানের কোনরূপ স্থতা বাহির হইয়া না থাকে, কারণ তদ্বারা স্যাওতা বাইতে পারে ও লীক ঘটিতে পারে। তজ্জন্য সংযোগস্থলের উভয়দিকে ১ ইঞ্চি পরিমিত স্থান হইতে বুনান উঠাইয়া দিতে হয়। প্রত্যেক সংযোজন যেন বেশ দৃঢ় ও স্থায়ী হয় এবং তাঙ্গা জয়েন্ট বক্সের মধ্যে রাখা হয়। জয়েন্ট বক্সের বাহিরে যেন নগ্ন তার ( Bare wire ) না থাকে। পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় তারের সংযোগজন যেন নিকটবর্তী না হয়, যেন প্রায় ১ ফুট তফাতে থাকে।

**জয়েন্ট বক্স ( Joint box )** :—এগুলি চীনা মাটির ক্রিটের মত দুই অংশে গঠিত। এক অংশ সংযোগস্থলের নিম্নদিকে ও অপর অংশকে উপর দিকে দিয়া সংযোগস্থলকে আবৃত করা হয়।

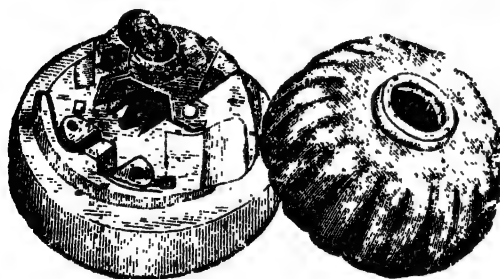
**কেসিং ও ক্লিট ( Casing & Clit )** :—তারগুলি বাহাতে বহুকাল স্থায়ী হয় তজ্জন্ত উহাদিগকে কেসিংএর মধ্যে দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। কেসিং সীসার পাইপ বা ১২—২ ইঞ্চি চওড়া পাতলা কাঠের ফালি দ্বারা প্রস্তুত। এই কাঠে ২—১ ইঞ্চি ব্যবধানে তারের স্থলতানুযায়ী দুইটি লম্বা লম্বি খাঁজ কাটা থাকে। এই খাঁজে তার বসান হয় এবং তাহাব উপর আর একটি পাতলা কাঠ দিয়া স্কু দিয়া আঁটিয়া দেওয়া হয়। এই কেসিং এদেশে সচরাচর সেগুন কাঠে প্রস্তুত এবং ইহাকে গালার বাগিশ

মাথাইয়া লইতে হয়। বায়ু খেলিবার নিমিত্ত কেসিং ও দেওয়াল প্রভৃতির মধ্যে কিছু ব্যবধান থাকা প্রয়োজন। তজ্জন্ত কেসিং গুলিকে স্পেসিং ইনসুলেটোরের উপর বসান হয়। স্পেসিং ইনসুলেটারগুলি পরস্পর হইতে ৩৪ ফুট অন্তর থাকে। অনেক স্থলে ইহাদিগের পরিবর্তে ক্লিটের নিম্নাংশগুলি ব্যবহার করে। কোন কোন স্থলে কেসিং ব্যবহার করে। ক্লিটগুলি চীনা মাটি নির্মিত দুই অংশে গঠিত, একটি দেওয়ালে থাকে ইহার খাজে তাঃ বসাইয়া অপরটি তাহার উপর দিয়া স্ক্রু দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়।

তার অনুযায়ী কেসিংএর তালিকা।

তারের নম্বর	কেসিংএর বিস্তৃতি	খাঁজের বিস্তৃতি
১৬, ১৮, ২০ : ১/৪"	১ ১/৪ ইঞ্চি	১ ইঞ্চি
১৪, ১৬	২ "	১ ১/৪ "
১২, ১৪	২ ১/৪ "	১ ১/৪ "

সুইচ ( Switch ) :—ইহার দ্বারা ইচ্ছামত বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ

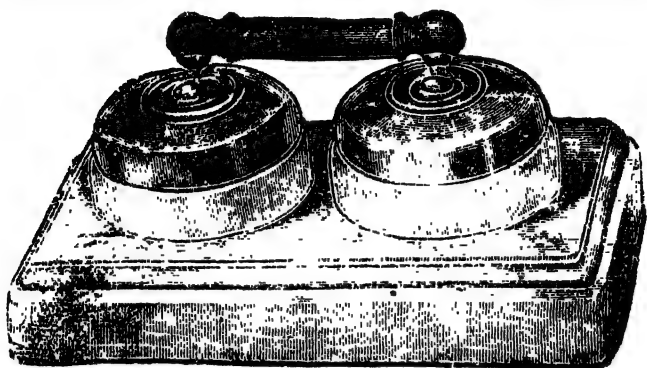


চিত্র—৫৩৬

করা বা কাটিয়া দেওয়া হয়। পজিটিভ ও নেগেটিভ তারদ্বয়ের সহিত সংযোগের জন্য ইহাতে ছিদ্র ও স্ক্রু বিশিষ্ট দুইটি পিন্ডল

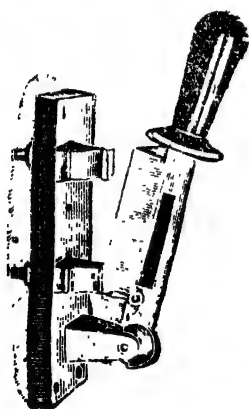
বা অগ্র ধাতুখণ্ড থাকে। এই ধাতুখণ্ডদ্বয় অপরিচালক পদার্থের উপর স্থিত স্তররাং পরস্পর হইতে রোধিত। একটি অপরিচালক হ্যাণ্ডেল দ্বারা যুত অগ্র একটি ধাতুখণ্ড দ্বারা (+) ও (−) তারের ধাতু খণ্ড দ্বয়কে

পরস্পরের সহিত সংযুক্ত করা যায় ও এইভাবে বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হয়।



চিত্র—৫৩৭

সুইচের হ্যাণ্ডেলটিকে একদিকে তুলিয়া দিলে ঐ সংযোগক্রিয়া ঘটে, তাহাকে সুইচ অন (Switch on) বলে, আর তাহাকে বিপরীত দিকে তুলিয়া দিলে হ্যাণ্ডেল সংযুক্ত ধাতুখণ্ড উহা দিগকে ত্যাগ করিলে পথের বিচ্ছেদ ঘটে, ইহাকে সুইচ অফ (Switch off) বলে। সুইচে কোনরূপ দাহ্য পদার্থ যেন না থাকে এবং উহার হ্যাণ্ডেলটির অপরিচালক অংশ বাদে বাকী সমস্ত অংশ যেন ঢাকনা দ্বারা ঢাকা থাকে এবং উহার + ও - তারের ধাতুখণ্ড দ্বয় পরস্পর হইতে ও হ্যাণ্ডেলের ধাতুখণ্ড হইতে যেন এরূপ বাবধানে থাকে যে বিযুক্ত অবস্থায় আর্কিং



চিত্র—৫৩৮

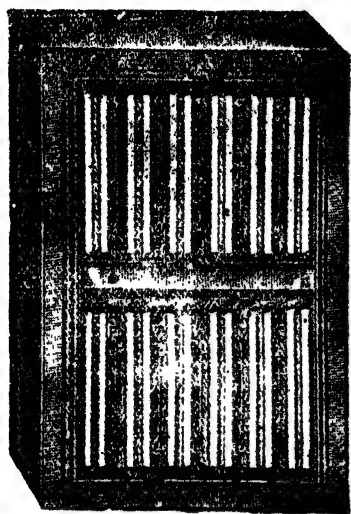
(Arching), স্পার্কিং বা অগ্নিস্ফুলিঙ্গ না হয়। অধিক ভোল্টেজ ও কম ভোল্টেজ অনুসারে দুই প্রকার সুইচ ব্যবহার হয়। অধিক ভোল্টেজ

বিশিষ্ট লাইনে ব্যবহার্য সুইচগুলির অংশাবলী সাধারণ সুইচ অপেক্ষা ভালরূপে রোধিত। ৫৫৬ চিত্রে একটি ঢাকনা খোলা সুইচ, ৫৩৭ চিত্রে একটি ডবল সুইচ ও ৫৩৮ চিত্রে একটি 'নাইফ' (knife) সুইচ দর্শিত হইয়াছে।

তারের কেসিং, সুইচ বোর্ড প্রভৃতিকে দেওয়ালে পাটাইবার নিমিত্ত, দেওয়ালে গর্ত করিয়া ঐ গর্তে কাষ্ঠ কীলক ( পিন ) পুরিয়া সিমেন্ট প্রভৃতি দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়। যদি পিন কোন কারণে আল্লা হইয়া যায় তাহা হইলে বাটালী দ্বারা উহার মধ্যস্থল চিরিয়া তদাধো কীলক ( Wedge ) পুরিয়া দিলেই উহা আঁটিয়া যাউবে। এই পিন কেসিংএর বেলায় ৩৪ ফুট অন্তর বসান হয় ও তাহারা আঁকিতে ছোট হয় ; সুইচ বোর্ড প্রভৃতি ভারী বস্তুর জন্ত ভার অনুযায়ী এই পিনগুলি বৃহৎ হয়। পিনগুলি দেওয়াল হইতে যেন উঁচু বা নীচু না হয়, অর্থাৎ দেওয়ালের গায়ের সহিত যেন সমান ভাবে মিলিয়া থাকে। পিনগুলি দেওয়ালের সহিত দৃঢ় ভাবে আবদ্ধ হইলে পর তাহাদের উপর স্পেসিং ইনসুলেটর ( ক্রিট ) দিয়া তৎপরি কেসিং প্রভৃতি স্কু দিয়া ক্রিটের মধ্য দিয়া কাষ্ঠ পিনের সহিত আবদ্ধ করা হয়। পিনের উপর ক্রিট ব্যবহারের উদ্দেশ্য দেওয়াল ও কেসিং প্রভৃতির মধ্য দিয়া বায়ু সঞ্চালনের পথ প্রদান করা।

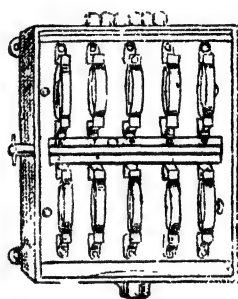
**ফিউজ (Fuse) :**—পাছে অত্যধিক প্রবাহ হেতু উত্তাপ দ্বারা তার পুড়িয়া গিয়া কোন স্থানে আশুনি লাগিয়া যায় সেইজন্য—ইঞ্জিনে সেরূপ সেক্টি ভাল্ভ ব্যবহৃত হয়—বৈদ্যুতিক পথে সেইরূপ ফিউজ ব্যবহার হইয়া থাকে। ফিউজ বাহির হইতে একটি চীনা মাটির ঢাকনা বিশিষ্ট বাক্সের ছায়া দেখিতে, চিত্র—৫৩৯-৫৪০। ইহার মধ্যে দুইটি ধাতুখণ্ড আছে তাহারা লাইনের তারের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং বাক্সের মধ্যে ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয় ফিউজ অয়ার ( Fuse wire ) নামক একপ্রকার মিশ্রা তুর তার দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এই ফিউজতারের গুণ এই যে তাহারা লাইনের তার অপেক্ষা অল্প তপ্ততায় বিগলিত

হয়—সুতরাং অত্যধিক প্রবাহ



চিত্র—৫৩৯

হইলে তদ্বিনিত উত্তাপ হেতু লাইনের তার পুড়বার আগেই ফিউজ তার বিগলিত হইয়া যায় ও ফিউজের মধ্যস্থ ধাতু-খণ্ডদ্বয়ের বৈদ্যুতিক সংযোজন বিচ্ছিন্ন হয়। বৈদ্যুতিক পথ



চিত্র—৫৪০

সম্পূর্ণ করিতে হইলে পুনরায় ফিউজ তার দিয়া ধাতুখণ্ডদ্বয়কে সংযোগ করা হয়। লাইনের প্রবাহ অনুসারে ফিউজ তার নির্দ্ধারিত হয়।

**কাট আউট (Cut out) :**—এগুলি তাদের সংযোগস্থলে সংযোজনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। যদি ফিউজ তার দ্বারা সংযোজন সাধিত হয় তাহা হইলে তাহাকে ফিউজ কাট আউট বলে, আর যদি লাইনের তার দ্বারাই সংযোজন সাধিত হয় তাহা হইলে তাহাকে জয়েন্ট বক্স বলে।

**সিলিং রোজ (Ceiling Rose) :**—ইহার ছাদের তলদেশে কড়ি প্রভৃতি হইতে তার ঝুলাইবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। সুইচের মত ইহাদের মধ্যে দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে, লাইনের তারদ্বয় ঐ ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয় ও তথা হইতে দুইটি তার ঢাকনার ছিদ্র দিয়া পয়েন্টে যায়।

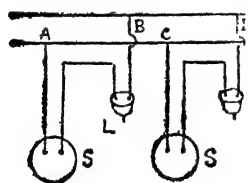


**ওয়াল প্লাগ (Wall Plug) :**—এগুলি কাঁচ বা চীনা মাটি নির্মিত। ইহাতে দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে, ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয় পয়েন্ট হইতে আগত তারদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং ঐ প্লাগদ্বারা পয়েন্টকে লাইনের সহিত সংযুক্ত করা হয় (লাইনে সংযুক্ত এডপ্টারে বসাইয়া)।

**হোল্ডার (Holder) :**—এগুলি আলোকের বায় প্রভৃতিকে ধারণ করিবার জন্ত। বায় যাহাতে পড়িয়া না যায় তজ্জন্ত ইহাতে খাঁজ কাটা বা পাঁচ থাকে এবং লাইনের তারদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে। বায়টিকে পরাইয়া দিলে ইহার টার্মিনালদ্বয় ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত হয়।

### তার খাটান (Wiring)।

**সুইচ ও পয়েন্ট (আবো পাখা প্রভৃতি) লাইনের সহিত সংযোজন :—**  
পূর্বেই বলা হইয়াছে লাইনে দুইটি তার থাকে, একটি পজিটিভ অপরটি নেগেটিভ এবং আলো বা পাখা প্রভৃতিকে পয়েন্ট বলে। কিরূপ উদ্দেশ্যে কিরূপ সুইচ দ্বারা পয়েন্ট লাইনের সহিত সংযুক্ত করা হয় এস্থলে কতকগুলি চিত্র দ্বারা



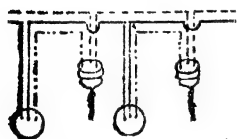
চিত্র—৫৪১

দর্শিত হইল।

৫৪১ চিত্রে দুইটি পয়েন্ট L ও L প্রত্যেকেই নিজ নিজ সুইচ S ও S দ্বারা লাইনের সহিত সংযুক্ত দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইনের একটি তারের A স্থান হইতে একটি তার সুইচের একটি টার্মিনালে গিয়াছে, সুইচের অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার পয়েন্টের বা তাহার হোল্ডারের একটি টার্মিনালে গিয়াছে, হোল্ডার বা পয়েন্টের অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার লাইনের অপর তারে B স্থানে গিয়াছে। অপর পয়েন্টটির বেলায়ও সংযোজন ঠিক এইরূপ। প্রত্যেক পয়েন্টটিকে তদীয়

সুইচ দ্বারা তত্ত্বাবধান করা হয়। ইহাতে যে সংযোজন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে তাহাতে লাইনের তারকে চাচিয়া অপর তার (৫৪১ চিত্র অনুযায়ী) সংযোগ করিতে হয়।

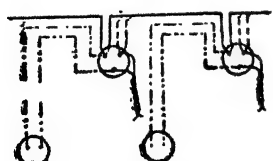
৫৪২ চিত্রে স্থায়ী স্থায়ী সুইচ দ্বারা পরিচালিত উক্ত পয়েন্ট দুইটির আর এক প্রকার সংযোগ পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাকে 'লুপিং-ইন' (Looping



চিত্র—৫৪২

in) বলে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইনের তারের সহিত কোন তার সংযুক্ত হয় নাই, লাইনের একটি তার সুইচে গিয়াছে ও তথা হইতে পুনরায় লাইনভাবে নির্গত

হইয়া যাউতেছে, লাইনের অপর তারটি পয়েন্ট, হোল্ডার বা সিলিং রোজের একটি টার্মিনালে গিয়াছে ও তথা হইতে পুনরায় লাইনভাবে নির্গত হইয়া যাউতেছে, সুইচের অপর টার্মিনালটি পয়েন্ট, হোল্ডার বা সিলিং রোজের অপর টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করা হইয়াছে। এই পদ্ধতিতে লাইনের তার সুইচ পর্য্যন্ত যাউতেছে; সুতরাং অধিক পরিমাণ কণ্ডুইট লাগিবে এবং যেহেতু লাইনের সমস্ত প্রবাহ (সকল পয়েন্টের নিমিত্ত প্রবাহ) উহার মধ্য দিয়া বহমান সুইচে আগত কণ্ডুইটলাইনের মত মোটা হওয়া প্রয়োজন। অতএব অধিক তামা খরচ হয়। 'সিমপ্লেক্স' (Simplex) সিলিং রোজ ব্যবহার করিলে কণ্ডুইট ও তামার পরিমাণ

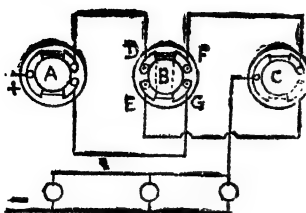


চিত্র—৫৪৩

অল্প লাগিবে। এই পদ্ধতি ৫৪৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইন সিলিং রোজ পর্য্যন্ত আসিতেছে এবং সিলিং রোজ হইতে পৃথক তার সুইচে যাউতেছে এবং ঐ

সিলিং রোজের পয়েন্টের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ প্রয়োজন কেবলমাত্র তাহাই সুইচে আগত তারের মধ্য দিয়া বহিবে, অতএব তারটি আর মোটা হইবার

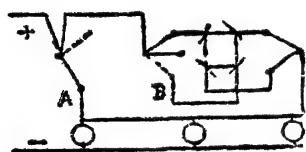
আবশ্যক নাই এবং কণ্ডুইট সাশ্রয় হইল। লম্বা লম্বা বারান্ডা ও সিঁড়ি



চিত্র—৫৪৪

প্রভৃতিতে পাখা বা আলোককে একাধিক স্থান হইতে পরিচালিত করিবার প্রয়োজন হয়। ৫৪৪ চিত্রে তিনটি

সুইচ A, B, C দ্বারা পরিচর্যা দর্শিত হইয়াছে। টানা রেখাগুলি সুইচের এক অবস্থা ও ছিন্ন রেখাগুলি অপর

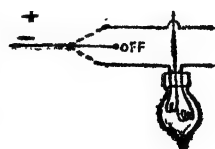


চিত্র—৫৪৫

অবস্থা নির্দেশ করিতেছে এবং চিত্রে আলোকগুলি প্রজ্জ্বলিত আছে। যে কোন সুইচের অবস্থা বদলাইয়া দিলেই উহার নিবিয়া যাইবে, তখন যে কোন সুইচের অবস্থা বদলাইলে উহার পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইবে। ৫৪৫ চিত্রে একটি পয়েন্টকে দুই স্থান হইতে পরিচালিত করিবার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে

দৃষ্ট হইবে বামদিকে একটি 'সিঙ্গেল-ওয়ে' (Single-way) ও একটি 'টু-ওয়ে এ্যাণ্ড অফ্' (Two way and off) সুইচ আছে। এই দুইটি সুইচই যদি "অফ" করা থাকে তাহা হইলে আলোকাদি জ্বলিতে পারে না, যদি টু-ওয়ে সুইচটা 'অন' করা থাকে এবং সিঙ্গেল-ওয়ে সুইচটা 'অফ' করা থাকে তাহা হইলে অপরাপর সুইচ দ্বারা সার্কিট পরিচালিত হইতে পারে কিন্তু সিঙ্গেল-ওয়ে সুইচটা 'অন' করিলে অপর কোন সুইচ দ্বারাই আলোকাদি নিবান যায় না। ৫৪৬ চিত্রে

একটি টু-ওয়ে এ্যাণ্ড অফ্ সুইচ দ্বারা দুই ফিলামেন্ট (হয়ত একটি ১ CP অপরটি ১৬ CP) আলোকের যে কোন ফিলামেন্টকে চচ্ছানুযায়ী প্রজ্জ্বলিত করা যায়। এই ব্যবস্থা ঈদপাতাল প্রভৃতিতে



চিত্র—৫৪৬

বড়ই প্রয়োজন হয়। বিছানায় শুইয়া আরামে পড়াশুনা করিতে ইচ্ছা করিলে ৫৪৭ চিত্রে দর্শিত ব্যবস্থা দ্বারা সাধিত হইতে পারে। ইহাতে



বিছানার নিকট একটি থ্রু-ওয়ে সুইচ ও টেবিলের নিকট একটি টু-ওয়ে সুইচ আছে। ডানদিকের আলোটি টেবিলের সম্মিহিত ও বামদিকের আলোটি

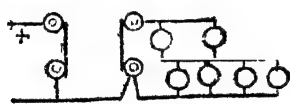
চিত্র—৫৪৭ বিছানার সম্মিহিত। টু-ওয়ে সুইচ দ্বারা কেবল মাত্র ডানদিকের আলোকটি পরিচালিত হয় এবং টু-ওয়ে সুইচটি যেরূপ অবস্থাতেই থাকুক না কেন থ্রু-ওয়ে সুইচ দ্বারা যে কোন আলোককে পরিচালিত করা যাইতে পারে, কিন্তু একসঙ্গে উভয় আলোককে প্রজ্জ্বলিত করা যায় না। ৫৪৮



ও ৫৪৯ চিত্রে 'সিরিজ প্যারালাল

চিত্র—৫৪৮, ৫৪৯

এ্যাণ্ড অফ ডুপ্লেক্স সুইচ' দ্বারা ইচ্ছানুযায়ী একটি বা দুইটি আলোককে একটি সুইচ দ্বারা প্রজ্জ্বলিত করিবার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ৫৪৮ চিত্রে



চিত্র—৫৪৮

আলোক দুইটি প্যারালাল ভাবে আছে, ৫৪৯ চিত্রে কেবলমাত্র একটি আলোক জ্বলিবে। ৫৫০-৫৫২ চিত্রগুলিতে দর্শিত

হইয়াছে কিরূপে উক্ত সিরিজ প্যারালাল এ্যাণ্ড অফ ডুপ্লেক্স সুইচ দ্বারা

বড় বড় হলের মধ্যে অনেকগুলি বা ইচ্ছানুযায়ী কতিপয় বিশিষ্ট আলোককে প্রজ্জ্বলিত করা যায়, ৫৫০ চিত্রে প্রত্যেক আলোকটি প্রজ্জ্বলিত হইতেছে, ৫৫১ চিত্রে প্রত্যেক তৃতীয় আলোক প্রজ্জ্বলিত দর্শিত হইয়াছে, এবং দৃষ্ট হইবে তাহার উপরের সারিতে আছে ও ৫৫২ চিত্রে সমস্ত আলোকই নিবিয়া আছে।



চিত্র—৫৫০



চিত্র—৫৫১

### অস্বাভাবিক দোষ নির্ধারণ ও সংস্কার।

যদি ঠিক মত আলোক না জ্বলে বা মোটরাদি না চলে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে কোথাও দোষ হইয়াছে। এই দোষ হয় আলোক বা মোটরের মধ্যে, না হয় লাইনে হইয়া থাকিতে পারে। যাহা হইউক দোষ কিসে হইয়াছে এবং কোথায় কিরূপ ভাবের হইয়াছে তাহা পরীক্ষা করিয়া ধরিতে হইবে ও পরে তাহা সংশোধন করিতে হইবে।

দোষ হইয়াছে কিনা ধরবার নিমিত্ত একটি আলোক ব্যবহৃত হয়, ইহাকে পরীক্ষক আলোক বা ‘টেস্ট ল্যাম্প’ ( Test Lamp ) বলে—ইহা একটি সাধারণ নির্দোষ ইনক্যান্ডিসেন্ট আলোক।

(১) কোন আলোক ঠিক মত না জ্বলে ঐ আলোকটির পরিবর্তে টেস্ট ল্যাম্পটি ব্যবহার করিলে (ক) যদি ইহা ঠিকমত জ্বলে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে পরীক্ষাদীন আলোকটির নিজের মধ্যে দোষ হইয়াছে। (খ) আর যদি টেস্ট ল্যাম্প না জ্বলে তাহা হইলে লাইনে দোষ হইয়াছে।

(২) ঠিক সেটরূপ মোটরের পক্ষে মোটরের পরিবর্তে টেস্ট ল্যাম্প ব্যবহার করিলে (ক) যদি ইহা ঠিকমত জ্বলে তাহা হইলে মোটরের মধ্যে দোষ হইয়াছে। (খ) আর যদি টেস্ট ল্যাম্প না জ্বলে তাহা হইলে লাইনে দোষ হইয়াছে।

(১ক) আলোকের মধ্যে এই কয়টি দোষ ঘটিতে পারে (১) আলোর ফিলামেন্ট কাটিয়া যাওয়া। ইহা আলোকের টার্মিনালের সহিত একটি দৈত্যাতক ঘণ্টা ( Call bell ) সিঁজে সংযুক্ত করিয়া ব্যাটারি বা কোথাও হইতে কারেন্ট দিলে বাদি ঘণ্টা বাজে তাহা হইলে ফিলামেন্ট কাটে নাহ আর ফিলামেন্ট কাটিয়া থাকিলে ঘণ্টা বাজিবে না। ফিলামেন্ট কাটিয়া থাকিলে বাজটিকে বদলান ছাড়া উপায় নাই। (২ক) আলোকের ক্যাপের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত ফিলামেন্টের শেষ ভাগ-দ্বয়ের ঠিক মত সংযোজন না থাকা—ইহাতে দীপকে বদলাইতে হইবে।

(২খ) ক্যাপের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত হোল্ডারের টার্মিনালদ্বয় ঠিকমত স্পর্শ না করা। এই দোষ কোন স্থলে উহাদিগের কোন একটিকে বা উভয়কে টাচিয়া দিলে, কোথাও বা গলিত রাং লাগাইয়া উঁচু করিয়া দিলে (যেখানে যেরূপ প্রয়োজন হয়) সংশোধিত হইতে পারে।

(২ক) মোটরের মধ্যে দোষ ঘটিয়া থাকিলে কোথায় কি প্রকারের দোষ হইয়াছে নির্ধারণ করিয়া মেরামত করিবে (মোটরের পরিচয় দ্রষ্টব্য)।

(১খ, ২খ) লাইনের মধ্যে দোষ হইয়া থাকিলে এই কয়েক প্রকারের দোষ ঘটিয়া থাকিতে পারে :—

(১) সংলগ্নতাহীনতা বা ডিসকন্টিনিউটি ( Discontinuity )।

(২) ভুল তার বা রংপোলারিটি ( Wrong Polarity )।

(৩) স্ট সাফিট (Short circuit) বা অর্থ কনেক্সান।

(৪) মন্দ রোধকতা বা ব্যাড ইনসুলেশান ( Bad Insulation )।  
সংলগ্নতাহীনতা (ক) বৈদ্যুতিক উপকরণগুলির মধ্যে অথবা (খ) লাইনের তারের মধ্যে ঘটিতে পারে ;—

(ক) বৈদ্যুতিক উপকরণের দোষ যথা, হোল্ডার, সিলিং রোজ, ফিউজ কাট আউট, জয়েন্ট বক্স, সুইচ প্রভৃতির মধ্যে দোষ হেতু ঠিকমত বৈদ্যুতিক সংযোগ না হওয়া। ইহা টেষ্ট বাব লইয়া হোল্ডার হইতে আরম্ভ করিয়া পর পর সুইচ বোর্ড অবধি পরীক্ষা করিয়া ধরিতে হইবে কোনটি যথার্থীতি কার্য্য করিতেছে না। ইহাদিগের মধ্যে সুইচকে সদা সর্বদা ঘাঁটাঘাঁটি করা হয় বলিয়া ইহার মধ্যে নানা প্রকার দোষ ঘটিবার সম্ভাবনা, তন্মধ্যে এই গুলি উল্লেখ যোগ্য। সুইচের মধ্যে বন্ধন জু টিলা হইয়া যাওয়ার দরুণ লাইনের ভারদ্বয় সুইচের ধাতুগুণ্ডদ্বয়ের সহিত ঠিকমত সংযুক্ত না হওয়া, একরূপ স্থলে বন্ধন জুকে আঁচিয়া টাইট দিতে হইবে। সুইচের মধ্যে ধূল্য বা কলঙ্ক পড়া হেতু সুইচ হ্যাণ্ডেলের ধাতুখণ্ড দ্বারা সুইচ মধ্যে তারের ধাতুগুণ্ডদ্বয়ের পরস্পরের সহিত ঠিকমত সংযোগ না হওয়া, একরূপ স্থলে উহাদিগকে

শিরিস কাগজ দিয়া মাজিয়া ঝাড়িয়া পরিস্কার করিয়া দিতে হইবে। মেনেব স্ফিট খারাপ হইলে বা ফিউজ গলিয়া গেলে তদধীনস্থ সমস্ত আলোক নিব্বিয়া যাইবে ও পাখা প্রভৃতি বন্ধ হইয়া যাইবে। ফিউজ বিগলিত হইলে নূতন ফিউজ তার দ্বারা উহা পুনরায় সংযুক্ত করিয়া দিতে হইবে, এই সময় স্ফিট দ্বারা লাইনকে মেন হইতে বিযুক্ত রাখিতে হইবে, নচেৎ সক লাগিবে। স্ফিট খারাপ হইলে তাহাকে মেরামত করিবার সময়ে প্রথমে মেনের ফিউজকে স্ফিট হইতে খুলিয়া দিয়া মেরামত করিতে হইবে, পরে স্ফিটকে 'অফ' (off) করিয়া ফিউজ লাগাইয়া দেওয়া হয়, তাহা হইলে আর সক লাগিবে না। স্ফিট প্রভৃতির মধ্যে ঠিকমত সংযোগ ক্রিয়া সাধিত হইতেছে কিনা ধরিতে হইলে উহার উভয়দিকের তার লইয়া একটি তারকে ব্যাটারির এক টার্মিনালের সহিত ও অপর তারকে ঐ ব্যাটারির ভোল্টেজে প্রজ্জ্বলন-ক্ষম একটি আলোকের সহিত সংযোগ করিতে হয়; পরে ব্যাটারির অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার লইয়া আলোকটির অপর টার্মিনালে যোগ করিয়া স্ফিট 'অন' করিলে, যদি আলোক জলে তাহা হইলে স্ফিটের মধ্যে সংযোজন ঠিকমত ঘটিতেছে, আর আলোক না জ্বলিলে সংযোজন ঘটিতেছে না। 'কল-বেলের' সাহায্যে এই পরীক্ষা চলিতে পারে! জয়েন্ট বক্স, ফিউজ বক্স প্রভৃতির মধ্যে সংযোজন ঠিকমত আছে কিনা কল বেলের সাহায্যে উক্ত প্রণালী মত পরীক্ষা করিতে হয়।

**সংলগ্নতা পরীক্ষা** (Continuity test) করিতে হইলে দেখিতে হইবে প্রত্যেক তারের আদি হইতে শেষ প্রান্ত পর্যন্ত বৈদ্যুতিক সংলগ্নতা আছে কি না; অর্থাৎ এক প্রান্তে প্রবাহ দিলে অপর প্রান্ত পর্যন্ত তাহা চালিত হয় কিনা। কল বেলের সাহায্যে এই পরীক্ষা খুব সহজেই সাধিত হয়। ব্যাটারির একটি পোলের সহিত যে তারের সংলগ্নতা পরীক্ষা করা হইবে তাহার একপ্রান্ত সংযুক্ত করিতে হইবে, তারের অপর প্রান্ত বেলের এক টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে ও বেলের অপর টার্মিনাল

ব্যাটারির অপর পোলটির সহিত সংযুক্ত করিলে যদি ঘণ্টা বাজে তবে সংলগ্নতা ঠিক আছে, আর সংলগ্নতা ঠিক না থাকিলে ঘণ্টা বাজিবে না।

**পোলারিটী টেষ্ট :**—তারের পোল ঠিকমত না হইলে অর্থাৎ একটি পজিটিভ ও অপারটি নেগেটিভ না হইলে, বৈদ্যুতিক পথ বা সার্কিট সম্পূর্ণ হয় না। যথা, একটি আলোক বা পাথাকে দুইটি পজিটিভ বা দুইটি নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত করিলে উহা জলিবে না বা চলিবে না। এই সকল কারণে নানা প্রকার কার্য বিশেষে কোন স্থলে একটি পজিটিভ ও একটি নেগেটিভ এই দুই বিভিন্ন প্রকারের তার, কোথাও বা উভয়েই পজিটিভ বা উভয়েই নেগেটিভ অর্থাৎ একই প্রকারের তার প্রয়োজন হয়। এই নিমিত্ত তারের পোলারিটী নির্ধারণ প্রয়োজন হয় ও এই উদ্দেশ্যে ‘পোল ফাইণ্ডিং পেপার’ নামক এক প্রকার কাগজ ব্যবহৃত হয়। গ্যালভানো-স্কোপ সাহায্যে এই কার্য সমাধা হইতে পারে। পজিটিভ ও নেগেটিভের জন্য দুই বিভিন্ন রংএর তার ব্যবহার করিলে পোলারিটীর সমস্তা কম হয়।

**সার্কিট সার্কিট :**—আলোক বা পাথা প্রভৃতি বা অন্য কোন বাধা ব্যতীত পজিটিভের সহিত নেগেটিভ তারকে সংযুক্ত করিয়া সার্কিট বা পথ সম্পূর্ণ করিলেই সার্কিট বা ক্ষুদ্র পথ হইল। সার্কিট বা অর্থ কানেকশান নির্ধারণে প্রায় সকলেই মেগার প্রভৃতি যন্ত্রটি ব্যবহার করিয়া থাকেন। পরীক্ষক যন্ত্রের পরিচয় দ্রষ্টব্য।

**ইনসুলেশান টেষ্ট :**—তার যেরূপ ভাবেই হবার প্রভৃতি দ্বারা সঞ্চিত হউক না কেন, এবং সুইচ, সিলিং বোজ, জয়েন্ট ও ফিউজ বক্স প্রভৃতি যেরূপ ভাবেই ভাল অপরিচালক পদার্থ দ্বারা প্রস্তুত হউক না কেন, সকল সময়েই কিছু না কিছু প্রবাহ উহাদের মধ্য দিয়া অজ্ঞাত-সারে প্রবাহিত বা লীক ( Leak ) হইতে থাকে। লীক হইতেছে কিনা দেখিতে হইলে অয়ারিং এর তারের সহিত একটি গ্যালভানোমিটারকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ব্যাটারি হইতে প্রবাহ দিলে দৃষ্ট হইবে সুইচ অফ



করা বা হোল্ডারে বাধ না থাকা প্রভৃতি সত্ত্বেও গালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যায়। লীকের পরিমাণ অয়ারিংএর ইনসুলেসানের বাধা হইতে পরিমিত হয়—ইনসুলেসানের বাধা যত অধিক দৃষ্ট হইবে লীক তত কম হইতেছে বুঝিতে হইবে। এই ইনসুলেসানের বাধা মেগার দ্বারা দৃষ্ট হয়। কি পরিমাণ লীক হইতে দেওয়া যাউতে পারে তাহা ইলেক্ট্রিক সাপ্লাই কোম্পানী দ্বারা নির্দ্ধারিত হয়।

### মেগার ব্যবহার পদ্ধতি।

মেনের সহিত জমির ইনসুলেসান পরীক্ষা ৪—মেনের এক প্রান্তকে ১ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, অপর প্রান্ত খোলা থাকিবে ও ৫ টার্মিনালকে জমি সংলগ্ন করিতে হইবে। তৎপরে সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে অপসারিত করিয়া সূচগুলিকে অনু করিয়া দিয়া জেনারেটরকে মিনিটে ৬০ বার হিসাবে ঘুরাইতে হইবে। তাহা হইলেই ওমিটারে জাম হইতে মেনের ইনসুলেসান দর্শিত হইবে।

দুইটি মেনের মধ্যে ইনসুলেসান পরীক্ষা ৪—মেনদ্বয়েন আদি প্রাপ্তব্য যথাক্রমে ১ ও ৫ এর সহিত সংযুক্ত করিতে হয়, এবং উভাদের শেষপ্রাপ্তব্যকে খোলা রাখিতে হয় ও সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে খুলিয়া লইতে হয়।

সমস্ত ইনসুলেসানের ইনসুলেসানের বাধা পরীক্ষা :—

১ কে লাইনের আদি প্রান্তের সহিত ও ৫ কে জমির সহিত সংযুক্ত করিতে হয় এবং সমস্ত কিউজ, সূচ ও আলোক প্রভৃতিকে যথাযথ স্থানে সংযুক্ত রাখিতে হয়। ইনসুলেসানের বাধা নির্দ্ধারিত (Standard) বাধা অপেক্ষা কম দর্শিত হইলে নিশ্চয়ই অপরিপূর্ণ লীক ঘটিতেছে। কোন্ ভাগে বা শাখায় দোষ ঘটিয়াছে ধরিতে হইলে, দূরবর্তী স্থান হইতে

আরম্ভ করিয়া এক একটি করিয়া কাট আউটকে খুলিয়া দিতে হয় ও প্রত্যেক বার ইনসুলেসানের বাধা দেখিতে হয়।

দ্রষ্টব্য :—সম্মিহিত কেবল হইতে লৌক হেতু বা সম্মিহিত চুষকরাজ্য হেতু উক্ত পরীক্ষায় ভুল আসিতে পারে, সেইজন্য পরীক্ষাকালে বাস্তব মেনকে ডবল পোল সুইচ দ্বারা গৃহ হইতে বিযুক্ত করা কর্তব্য এবং ম্যাগনেটোকে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে ঘুরাইয়া পরীক্ষা করা উচিত। এবং লাইনে যে ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইবে, পরীক্ষাকালে তাহার দ্বিগুণ বা ততোধিক ভোল্টেজ ব্যবহার করিতে হয়, কারণ দোষযুক্ত লাইন কম ভোল্টেজে ঠিকমত কার্য করিতে পারে, কিন্তু কার্য-করী ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইলেই উহা অকর্মণ্য হয়। এইজন্য “ইনস্টিটিউশান অফ ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ার” কর্তৃক ইনসুলেসানের ন্যূন বাধার নিমিত্ত নিম্নলিখিত নিয়ম প্রদত্ত হইয়াছে।

(১) জমির সহিত অগ্নিারিং তারের সমস্তটির বা কোন অংশের ইনসুলেসানের বাধা ফিটিং ও আলোক প্রভৃতি লাগাইবার পূর্বে মাপিতে হইলে কার্যকরী ভোল্টেজের দ্বিগুণ অপেক্ষা কম ভোল্টেজ হইলে চলিবে না, এবং ঐ বাধা ৩০কে পয়েন্ট সংখ্যা দিয়া ভাগ দিলে যে ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম হইলে চলিবে না। পয়েন্ট সংখ্যা বলিতে আলোক বা মোটর প্রভৃতিতে প্রবাহ যোগাইবার জগা যত ভোড়া তার লাগে তাহাই ধরিতে হয়।

(২) নিম্নলিখিত পরীক্ষা না করা পর্যন্ত লাইনে প্রবাহ চালান হইবে না—সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে ঠিকভাবে লাগাইয়া দিয়া এবং সমস্ত সুইচ ও ফিউজ প্রভৃতিকে অনু করিয়া দিয়া কার্যকরী ভোল্টেজের দ্বিগুণ ভোল্টেজ প্রযুক্ত করিলে ইনসুলেসানের বাধা যেন কোন মতেই ২৫কে আলোক সংখ্যা দিয়া ভাগ করিলে যত ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম না হয়। আলোক এবং অন্যান্য অবলম্বনগুলিকে খুলিয়া

লইলে পরিচালকগুলির মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা যেন ২৫কে আলোক সংখ্যা দিয়া ভাগ করিলে যে ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম না হয়। এইভাবে প্রাপ্ত কোন অংশের ইনসুলেসানের বাধা ৯ মেগোমের ন্যূন হইলে তাহাতে কোন মোটর, হীটার ( Heater ) বা তাপক অথবা অন্ত কোন অবলম্বন ব্যবহার করা উচিত নহে।

**লীক :-**কি পরিমাণে কারেন্ট লীক হইতেছে তাহা লাইনের ভোল্টেজকে ইনসুলেসানের বাধা দিয়া ভাগ করিলে পাওয়া যায় এবং এই লীকের পরিমাণ যেন এককালে সমস্ত আলোক, মোটর প্রভৃতি কার্য করিলে যে প্রবাহ লাগে তাহার  $\frac{১}{১০০}$  ভাগের অধিক না হয়।

**দ্রষ্টব্য :-**এস্থলে জানা প্রয়োজন যে তার খাটাইবার সঙ্গে সঙ্গে উহাদের কন্টিনিউইটি ও ইনসুলেসানের বাধা এবং স্পিচ, সিং রোজ, পেণ্ডাণ্ট, প্লাগ প্রভৃতির অপরিচালক পদার্থের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে কিনা পরীক্ষা করিয়া যাওয়া উচিত। তারের কন্টিনিউইটি পরীক্ষার্থে উহাকে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হইবে। গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিলেই কন্টিনিউইটি ঠিক আছে। কোন ফিটিংকে পরীক্ষা করিতে হইলে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটার হইতে তারদ্বয় লইয়া ফিটিংটির রোধিত ধাতুখণ্ডদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত করিলে যদি সূচ ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে ফিটিংটির দোষ আছে।

### অনুশীলনী।

- ১। অয়ারিংএ কি কি দোষ হইতে পারে ?
- ২। ইনসুলেসানের দোষ কি ভাবে পরীক্ষিত হয় ?
- ৩। মেগার কি কি কার্যে ব্যবহৃত হয় ?
- ৪। 'স্ট-সার্কিট' কাহাকে বলে ও উহা কিরূপে লক্ষিত হয়

## পঞ্চবিংশ পরিচয় ।

### ক্ষমতা উৎপাদক (Power Plant) ।

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে সওদাগার বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করিতে হইলে সেল বা ব্যাটারির দ্বারা হওয়া অসম্ভব, সেই জন্য ডায়নামো, অলটারনেটার প্রভৃতি দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির সরবরাহ করা হয় ।

যে সকল স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহকারী কোন কোম্পানী নাই সেই সকল স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহারের প্রয়োজন হইলে ব্যবহারকারিকে শক্তি প্রস্তুত করিয়া লইতে হইবে । পূর্বেই বলা হইয়াছে বৈদ্যুতিক প্রকাশ অপরাপর শক্তির অবস্থান্তর মাত্র এবং শক্তির এই অবস্থা ঘটাইবার জন্য অনেক উপায় ও যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে । ইহাদের মধ্যে কতিপয় যন্ত্র ব্যবসা সূত্রে সৰ্ব্ব উপায় অপেক্ষা কার্যকরী । ইহারা ম্যাগনেটো, ডায়নামো অলটারনেটার প্রভৃতি নামে অভিহিত হয় । এই সকল যন্ত্র চুষক ব্যবস্থার সহায়তায় বৈদ্যুতিক শক্তির সঞ্চয় করা হেতু ইহাদের ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ( Electro-Magnetic ) জেনারেটার বলা যায় । এই ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক জেনারেটারকে বৈদ্যুতিক শক্তির প্রকাশ করিবে হইলে ইহাদের কোন কোন অংশকে চালনা করিবার প্রয়োজন হয় । এই অংশ বা অংশ সকল চালনা করিতে হইলে পৃথক শক্তির দ্বারা চলন শক্তির বিকাশ প্রথম করিতে হয় এবং সেই চলনগতির দ্বারা ইহাদের অংশ বা অংশ সকল চালিত হয়, সেইজন্য এই ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক জেনারেটারকে প্রথম চালক বলা যায় না । এই জেনারেটারকে গতি দিতে হইলে, হয় কোন জীবাশক্তি দ্বারা না হয় কোন প্রাথমিক গতি সঞ্চয়কারী কলের দ্বারা দিতে হয় । রীতিমত ভাবে কার্য্য লইতে হইলে জীবাশক্তির দ্বারা একভাবে

কার্য হওয়া অসম্ভব।



সেইজন্য প্রথম চালক কলের দ্বারা কার্য করানই বিধেয়। প্রথম চালক (প্রাইমমুভার) মোটর বা ইঞ্জিন এই প্রথম চালককল সকল বিভিন্ন প্রকারের শক্তির স্ততির অবস্থানুযায়ী প্রস্তুত হইয়া থাকে ও তাহারা বিভিন্ন নামে অভিহিত হয়। যথা—

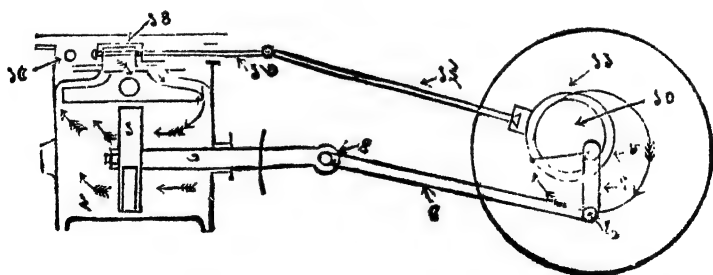
(১) বহুমান বায়ু চালিত প্রথমচালক কল ( Wind mills ) চিত্র—৫৫০।

(২) প্রবহমান জল চালিত প্রথমচালক কল ( Water Wheel or Turbine ) জল প্রপাণ চালিত প্রথমচালক কল।

চিত্র—৫৫৩

(৩) উত্তাপাবস্থায় দ্রবের আয়তন অগ্নাধিক্যাতা হেতু চালিত প্রথম চালক কল ( Heat Engines )। চিত্র—৫৫৪।

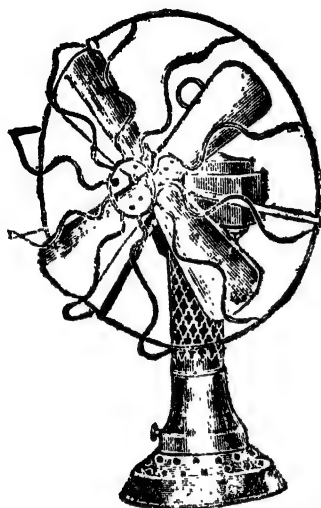
উপরোক্ত কয়েক প্রকার প্রথম চালক কল স্থান ও অবস্থার উপর নির্ভর করে। যেমন যদি অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হয় তবে তদনুযায়ী বড় প্রথম চালকের প্রয়োজন ও



চিত্র—৫৫৪

অল্প ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে ছোট প্রথম চালকের প্রয়োজন। বায়ু চালিত কল প্রায়ই অল্প ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে ব্যবহৃত হইয়া থাকে, আবার, বিশেষতঃ যেখানে প্রবল বায়ু প্রায় সदा সর্বদা প্রবাহিত হইতে থাকে সেই স্থানেই এই প্রকার কল ব্যবহৃত হইতে

পারে। জলপ্রপাত চালিত কল প্রপাতের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। যেখানে ছোট প্রপাত আছে সেখানে অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে সেট প্রপাতের দ্বারা কার্য সম্পন্ন হয় না। সেইখানে অপর প্রকারের শক্তি যাহা সহজে পাওয়া যায় সেহ শক্তি



চালিত কলের প্রয়োজন হয়। সকল স্থানে সব সময়ে বহুমান বায়ু বা জল ও জলপ্রপাত প্রভৃতি পাওয়া যায় না। সেই কারণে উত্তাপ শক্তি চালিত কলেরই অধিক প্রচলন। কারণ উত্তাপশক্তি বিভিন্ন প্রকার ইন্ধন হইতে পাওয়া যাঁতে পারে এবং ই উন্ধন কোন না কোন প্রকারে এক স্থান হইতে স্থানান্তরে বহন করিয়া লষ্টয়া যাইয়া কায়া করা যাঁতে পারে।

উত্তাপ শক্তি জ্বলিত প্রথম চালক বল দুই প্রধান পদ্ধতিতে কায়া করে যথা—

(১) এক্সটার্নাল কম্বাশ্চান ইঞ্জিন।

(২) ইন্টার্নাল কম্বাশ্চান ইঞ্জিন।

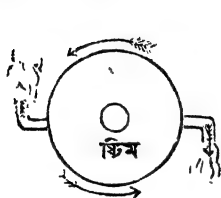
যে যন্ত্রে শক্তিকে কাযাকরী ক্ষমতাতে আনয়ন করা যায় তাহাকে ইঞ্জিন বলা যায়। উত্তাপ শক্তির ব্যবহার উপরোক্ত দুই প্রকার ইঞ্জিন দ্বারা হইতে পারে। উত্তাপ শক্তি

চিত্র—৫৫৫

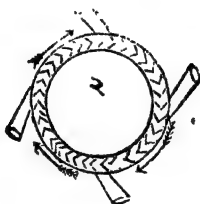
কোন দ্রব্যের মধ্যে প্রবেশ করিয়া সেই

দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধি করা হইতে দৃষ্ট হয়। সেই আকৃতি বৃদ্ধি যদি কোন আবৃত পাত্রের মধ্যে হয় এবং ঐ পাত্রের এমন ব্যবস্থা থাকে যাহাতে দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধি হইবার চেষ্টা হইলে পাত্রের কোন অংশ সরিয়া গিয়া ঐ আবৃত পাত্রের দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধির জন্য স্থান সঙ্কুলান করায়, তখন দেখা যায় যে পাত্রের যে অংশটি স্থান সঙ্কুলানের জন্য সরিয়া যায় তাহার গতি প্রস্তুত হইয়াছে, কোন দ্রব্যকে গতি দ্বারা কায়া করা হইতে হইলে এই শক্তিবান অংশের সহিত সুবিধামত সংযোগ করিতে পারিলে কায়া পাওয়া যাঁতে পারে। অতএব দেখা যাঁতেছে যে আমাদের ইঞ্জিন বলিলে একটি ব্যবহারক পাত্র ও একটি গতিবান অংশ প্রয়োজন হয়। ঐ পাত্রটিকে সিলভার ও গতিবান অংশটিকে পিষ্টন বলা যায়। জল ও গ্যাসের মধ্যে উত্তাপশক্তি প্রবেশ করিলে দেখা যায় উহার প্রভাবে জলের আকার বাষ্পে পরিণত হয়। বৃদ্ধি হয় ও গ্যাস নিজ অবস্থাতেই বৃদ্ধি হয়। উত্তাপ শক্তি উহাদের মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহাদের আকৃতি বৃদ্ধি করিবার চেষ্টা করিলে দেখা যায় যে যদি উহার কোন আবৃত পাত্রের মধ্যে হয় এবং ঐ আবৃত পাত্র হইতে উহাদের নির্গত হইবার কোন উপায় না থাকে, তবে উহাদের আর কোন বৃদ্ধি পাইবার উপক্রম হয়; পাত্রের গাত্র চাপ দিতে থাকে, ঐ চাপের অবস্থা এত বৃদ্ধি করা যাঁতে পারে যে এমন কি এই পাত্রটিকে ফাটাইয়া

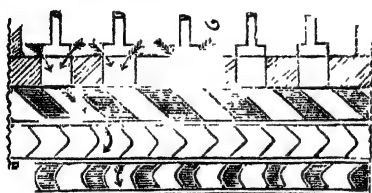
উহার আয়তনে বৃদ্ধি হয়। আমাদের ইঞ্জিন এমন ভাবে প্রস্তুত হয় যে ঐ পাত্র না ফাটাইয়া পিষ্টন অংশকে ঠেলিয়া আয়তন বৃদ্ধির স্থান সঙ্কুলান করায়। অগ্নির দ্বারা জলের আয়তন বৃদ্ধি করিয়া চাপযুক্ত বাষ্প প্রস্তুত কাষ্য সিলিঙারের মধ্যে না করাইয়া একটি ভিন্ন পাত্রে করা যায়। সেই পাত্রটিকে বয়লার বলা যায়। এই বয়লার হইতে চাপযুক্ত বাষ্প (steam) পাইপ দ্বারা লইয়া আসিয়া সিলিঙারের মধ্যে দিলে সিলিঙারের পিষ্টন অংশটি চলাচল করিয়া কাষ্য করে। এই নিমিত্ত বাষ্প বা গ্যাস ব্যবহারকারী ইঞ্জিনকে 'এক্সটারনাল কম্বাশ্চান' ইঞ্জিন বলা যায়। যে সকল ইঞ্জিনে সিলিঙারের মধ্যে



চিহ্ন-



চিত্র-৫৫৭



চিত্র-৫৫৮

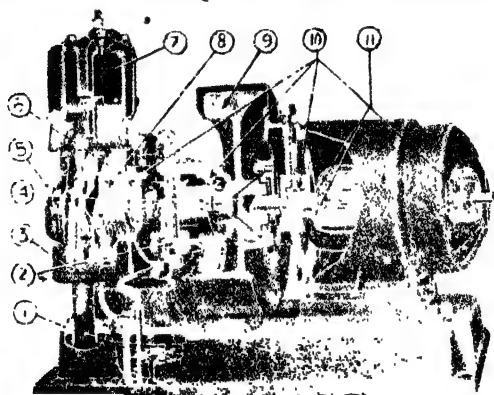
প্রচলনোপযোগী গ্যাস প্রবেশ করাইয়া উহার মধ্যেই অগ্নি সংযোগ করাইয়া গ্যাস বিক্ষারিত করিয়া পিষ্টনকে চলাচল করান যায় তাহাকে 'ইন্টার্নাল কম্বাশ্চান' ইঞ্জিন বলা যায়। অধুনা এই এক্সটার্নাল কম্বাশ্চান ও ইন্টার্নাল কম্বাশ্চান কাষ্যের দ্বারা যে সকল ইঞ্জিনে সিলিঙারের মধ্যে পিষ্টন যাতায়াত করিয়া কাষ্য করে তাহাদিগকে রেসপ্রোকটিং ইঞ্জিন ও যে সকল ইঞ্জিনে বাষ্প বা গ্যাস ধারক পাত্রের মধ্যে ঘূর্ণনক্ষম পাখাকে ঘুরাইয়া কাষ্য করান হয় তাহাদিগকে টারবাইন ইঞ্জিন

বলা যায় চিত্র ৫৫৭। আমাদের এই পুস্তকে ইঞ্জিন সকলের বিবরণ আয়ত্ত্বাধীন নহে, ইহার বিবরণ "মোটর শিক্ষক" পুস্তকে বিশদ ভাবে বর্ণিত হইয়াছে। আমাদের জানা বিশেষ প্রয়োজন যে বৈদ্যুতিক জেনারেটর চালাইতে হইলে ইঞ্জিনের গতি এক ভাবে থাকা প্রয়োজন, নতুবা জেনারেটরের ভোল্টেজ কম বেশী হইবার সম্ভাবনা। যখনই ডায়নামো প্রভৃতির জন্য প্রাইমমুভার বা ইঞ্জিন পৃথক ক্রয় করিতে হইবে তখন ভাল করিয়া বিবেচনাকে বলিয়া দিতে হইবে যে ইঞ্জিনটি বৈদ্যুতিক কল চালাইবার জন্য প্রয়োজন।

তাজকাল বাংলাতে বৈদ্যুতিক শক্তির দ্বারা কার্য্য করাষ্টাবাব জন্য অনেক প্রকারের ছোট ছোট ইউনিট বা বৈদ্যুতিক প্লান্ট ব্যবহৃত হইতেছে।

ইহাদের প্রথম চালক বা ইঞ্জিন নানা প্রকার ইন্ধন দ্বারা চালিত। এই সকল ইঞ্জিন নিম্নলিখিত নামে অভিহিত হয়, যথা,—১। পেট্রোল ইঞ্জিন। ২। গ্যাস ইঞ্জিন। ৩। কেরোসিন ইঞ্জিন। ৪। ক্রুড অয়েল ইঞ্জিন। ৫। ডিসেল ইঞ্জিন। ৬। স্টীম ইঞ্জিন।

\* যে সকল স্থানে অল্প শক্তির প্রয়োজন সেখানে পেট্রোল ইঞ্জিন দ্বারা ডায়নামো চালানই বিধেয়। যদিও পেট্রোলে খরচ কিছু অধিক পড়ে, তথাপি ইহাকে চালাইবার জন্ত অধিক বেগ পাইতে হয় না। বিশেষতঃ ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কস্যাফ্ট দ্বারা ডায়নামো একেবারে চালিত হয়

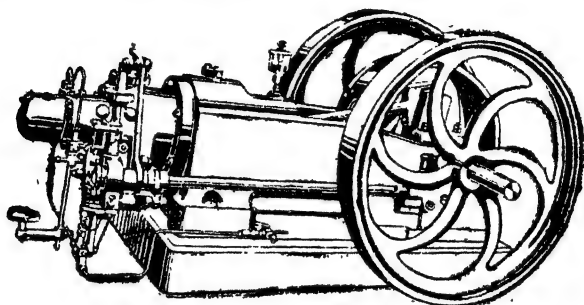


চিত্র—৫৫৯

( Direct coupled ), বেলটিং প্রভৃতিব ভাঙ্গামা ইহাতে নাই। পেট্রোল ও লুব্রিকেটিং তৈল এবং ইঞ্জিনকে শীতল রাখবার ব্যবস্থা ঠিক রাখিলেই যে কোন অনভিজ্ঞ ব্যক্তির দ্বারাও ইহা চালিত হইতে পারে। ডেলকো প্রভৃতি অনেকগুলি সেট কতিপয় আলোক জ্বালাইবার ও পাখা প্রভৃতি চালাইবার জন্ত প্রস্তুত হইয়াছে। ইহাদের মেকানিক্যাল ক্ষমতা  $\frac{1}{2}$  হইতে ৩ ঘোটক শক্তি পর্যাস্ত হইয়া থাকে। ৫২২, ৫৫৯, ৫৬০ চিত্রে কয়েকটা ছোট ছোট ক্ষমতা প্রস্তুত কারক সমষ্টিঃ চিত্র দেওয়া হইল :—



ইহার অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে যেখানে গ্যাস পাওয়া যায়, সেখানে গ্যাস ইঞ্জিন, নতুন কেরোসিন তৈল দ্বারা চালিত ইঞ্জিন ব্যবহার হয়। দেশের অধিক ঘোড়কের ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে প্রায়ই ক্রুড অয়েল ইঞ্জিন বা পেট্রোল ইঞ্জিন ব্যবহার করিতে ভাল হয়। ছোট খাট



চিত্র—৫৬০

সহরে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে যেখানে ৫০ ঘোটক ক্ষমতা প্রয়োজন ক্রুড অয়েল ইঞ্জিনই সচরাচর ব্যবহার হইয়া থাকে। কোন কোন বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহকারী কোম্পানী সাকসান গ্যাস ইঞ্জিনও ব্যবহার করিয়া থাকে। আবার যদি ঐ শক্তি কোন করলা প্রদান দেশের জন্য প্রয়োজন হয়, তবে ষ্টীম ইঞ্জিন ব্যবহার হইয়া থাকে।

শক্তির ‘চাহিদা’ (Demand) অনুসারে প্রাথমিক গতি প্রদায়ক যন্ত্র ও বিদ্যুৎ-উৎপাদক কল প্রস্তুত হয়। যেখানে অল্প শক্তির প্রয়োজন সেখানে ঐ কার্য ছোট ছোট কল সকলের সাহায্যে হইতে পারে। আবার সেখানে চাহিদা অধিক সেখানে সুবৃহৎ কলে প্রয়োজন হয়। যেখানে শক্তিকে দূরে লইতে হয় ও সকল সময় ‘চাহিদা’ সমভাবে থাকে না, সেখানে অস্থায়ী-ব্যব লাঘব করিবার জন্য অল্পাংশ উপায়ও অবলম্বন করিতে হয়। এখন আমরা সেট সকল বিষয় আলোচনা করিব।

সপ্তদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ :-  
সপ্তদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলির  
নিষয় ভাল করিয়া বিবেচনা ও যত্নাদি সংগ্রহ করিতে হইবে।

- ১। দৈনিক ২৪ ঘণ্টার মধ্যে সর্ব সময়ে কতটা ক্ষমতার প্রয়োজন।
- ২। প্রত্যেক মূহুর্তে গড়ে কতটা ক্ষমতার প্রয়োজন।
- ৩। সমস্ত দিবা রাত্রে কখন ও কতক্ষণ গরিষ্ঠ ক্ষমতা প্রয়োজন।
- ৪। ক্ষমতা প্রেরণ কালে অপেক্ষ কত।
- ৫। ডায়নামো বা অন্টারনেটারের পারকতা।
- ৬। ইঞ্জিন বা প্রথম চালকের পারকতা।

এই সকল বিষয় লক্ষ্য করিয়া ক্ষমতার হিসাব করিতে হইবে, তাহাতে  
ইঞ্জিনের হর্ষ-পাওয়ার পাওয়া যাইবে। এই হর্ষ পাওয়ারের উপর অন্ততঃ  
আরও একের চতুর্থাংশ ক্ষমতা সময় অসময়ের জন্য অধিক ধারণা ইঞ্জিনের  
হর্ষ-পাওয়ার ধার্য্য করিতে হইবে। ডায়নামো প্রভৃতি বৈদ্যুতিক শক্তি  
উৎপাদক যন্ত্র সকল দুই এক ঘণ্টা কাল কথিত (declared) ক্ষমতার  
উপর ২৫<sup>০</sup>/১০ প্রয়োজন হইলে ২৫<sup>০</sup>/১০ অধিক ক্ষমতা দিতে সক্ষম হয়।  
এই দুই ঘণ্টা কালের অধিক সময় ঐ অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে  
অন্য কোন উপায়ের দ্বারা ঐ অধিক ক্ষমতা যোগান প্রয়োজন, ইঞ্জিন ও  
ডায়নামোর ক্ষমতা গড় প্রয়োজন ক্ষমতার উপর হিসাব করা হয়। যেখানে  
দিবা রাত্রে একপ্রকার ক্ষমতা প্রয়োজন সেখানে একভাবে ক্ষমতা  
উৎপাদন কার্যেই চলে, কিন্তু যে সকল স্থানে দিবাভাগের কোন কোন  
সময় গড় ক্ষমতা অপেক্ষা অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হয় ও রাত্রে গড় ক্ষমতা  
অপেক্ষা কম ক্ষমতা প্রয়োজন, সেই সকল স্থানে হয় ইঞ্জিন ও ডায়নামোকে  
সর্বাপেক্ষা অধিক ক্ষমতার উপযোগী করিতে হয়, নতুবা গড়  
ক্ষমতার ইঞ্জিন ও ডায়নামো বসাইয়া উহার সহিত উপযুক্ত সেকেন্ডারী  
ব্যাটারির ব্যবস্থা করিতে হয়। ঐ ব্যাটারির ক্যাপাসিটি এইরূপ হওয়া

চাই, বাহাতে আবশ্যক হইলে ডায়নামোর সম্পূর্ণ ক্ষমতার অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইলেও যোগাইতে পারে। এবং যখন গড় ক্ষমতা অপেক্ষা কম ক্ষমতার প্রয়োজন হয়, সেই সময় ইঞ্জিন ও ডায়নামোর অতিরিক্ত ক্ষমতার দ্বারা ব্যাটারিটী পুনরায় চার্জ হইয়া থাকিতে পারে। আবার যে স্থানে অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন ও চাহিদার পরিবর্তন অধিক, সেই সকল স্থানে এক 'সেট' ইঞ্জিন না বসাইয়া আবশ্যক মত একের অধিক 'সেট' বসাইলে প্রাথমিক খরচ একটু অধিক পড়ে বটে, কিন্তু চালাইবার খরচ মোটের উপর কম পড়ে। সাধারণতঃ সাপ্লাই কার্যের জন্য সাটে ডায়নামো ব্যবহৃত হয়, উহারা একের অধিক হইলে "বাস বা" দ্বার প্যারালল বা সাটে সংযুক্ত হয়। লক্ষ্য রাখিতে হয় যেন দ্বিতীয় ডায়নামোকে চালাইবার প্রয়োজন হইলে উহার ভোল্টেজ অপর চলন্ত ডায়নামোর ভোল্টেজের সহিত সমান হইলে তবে উহাকে স্লিচ দ্বারা "বাস বারে" সংযোগ করিতে হয়। নতুন ডায়নামোর রীতি অনুসারে ঐ দ্বিতীয় ডায়নামোটি বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন না করিয়া মোটর হইয়া চলিবে এবং প্রথম চলন্ত ডায়নামোকে সাহায্য না করিয়া এবং উহা হইতে বৈদ্যুতিক শক্তি লইয়া ঘুরিতে থাকিবে, সঙ্গে সঙ্গে দ্বিতীয় ডায়নামোর চালকইঞ্জিনেরও কতকটা ভার প্রথম চলন্ত ডায়নামোতে পড়ে। অতএব এইরূপ কার্য বাহাতে না হয় তাহা লক্ষ্য করিতে চাইবে। ভোল্টেজ মিলন করিয়া স্লিচ সংযোগকে 'সিনক্রনাইজিং' (Synchronising) বলে।

যদি বৈদ্যুতিক প্রবাহকে বহুদূরে লইয়া গিয়া কার্যে লাগাইতে হয়, তবে দেখা যায় যে হয় ঐ প্রবাহের চাপ অত্যধিক করিতে হয়, নতুন প্রবাহ বাহক কণ্ডাক্টরের ব্যাস (diameter) বৃদ্ধি করিতে হয় অর্থাৎ মোটা তার ব্যবহার করিতে হয়। মোটা তার ব্যবহার করিতে গেলে খরচ অত্যন্ত অধিক পড়ে, সেইজন্য প্রবাহের চাপকেই (volt) অধিক করাই বুদ্ধিযুক্ত। আমরা জানি বৈদ্যুতিক শক্তি =  $C \times V = \text{watt}$ , বৈদ্যুতিক

শক্তির অপচয় =  $C \times R$ . —অতএব “C” কে পরিমাণে যত কম করিতে পারা যায়, শক্তির অপচয় ততই অল্প হয়। কিন্তু আবার অধিক চাপযুক্ত বিদ্যুৎকে গৃহকার্যে ব্যবহার করা বড়ই বিপদজনক, সেইজন্য অধিক তেজের বৈদ্যুতিক শক্তি প্রস্তুত করিয়া সেই শক্তিকে তার দ্বারা কার্যস্থানে বহন করিয়া লইয়া পরে গৃহে গৃহে সরবরাহ করিবার পূর্বে ঐ শক্তির চাপকে নিরাপদে ব্যবহারোপযোগী করিয়া দিতে হইবে। অতএব এই কার্য করিতে হইলে সরবরাহ স্থান হইতে আগত বিদ্যুৎ বেগ কমানিবার জন্য একটি অব-লম্বন প্রয়োজন হয়, তাহাকে ব্যালান্সার বলা যায়। অণ্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডাইরেক্ট কারেন্টকে অণ্টারনেটিং কারেন্টে পরিণত করিতে হইলে একটি যন্ত্রের প্রয়োজন হয়, তাহাকে রোটারী কনভার্টার বলা যায়। এই যন্ত্রের এক প্রান্তে স্লিপ-রিং ও অপর প্রান্তে কমিউটেটর আছে। ডাইরেক্ট কারেন্টকে অণ্টারনেটিং কারেন্টে লইতে হইলে কমিউটেটারের দিকে ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে স্লিপ-রিং হইতে অণ্টারনেটিং কারেন্ট পাওয়া যাইবে, এবং স্লিপ-রিংএর দিকে অণ্টারনেটিং কারেন্ট দিলে কমিউটেটার হইতে ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যাইবে। ডাইরেক্ট কারেন্টের চাপ বা ভোল্টেজ কমবেশী করিতে হইলে ব্যালান্সারের বা বুষ্টারের সাহায্যে হয়। অণ্টারনেটিং কারেন্টের ভোল্টেজ কম বেশী করতে হইলে ট্রান্স-ফরমারের সাহায্যে করা যায়। এখন দেখা যায় কার্য হিসাবে উপরোক্ত যন্ত্র সকলের সাহায্যে ইচ্ছামত বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করা যায়।

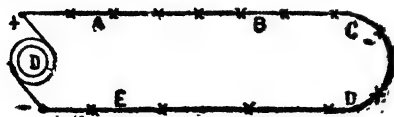
### শক্তি সরবরাহ প্রণালী (Supply System)।

পাওয়ার হাউস হইতে শক্তি সরবরাহ কার্যে ধাতব পরিচালকাদির মূল্যের দিকে লক্ষ্য রাখিতে হয়। সেইজন্য সরবরাহ প্রণালী এরূপ হওয়া বিধেয় যেন তাহাতে তারের পরিমাণ (ওজন) কম লাগে।

দুই তার প্রণালী :—ইহা প্রধানতঃ চারি প্রকারের :—

১। সিরিজ, ২। প্যারালাল, ৩। সিরিজ-প্যারালাল, ৪। প্যারালাল-সিরিজ।

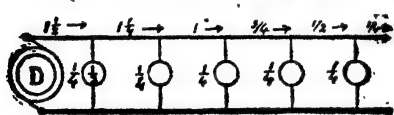
দুই তারের সিরিজ প্রণালী ১-৬১ চিত্রে ইহা দর্শিত হইয়াছে। ইহার দ্বারা খুব সহজে শক্তি সরবরাহ হয় এবং প্রবাহ বেগ সর্বত্র সমান, কিন্তু বাধা অনুযায়ী ভোল্টেজ কমিয়া যায়। ইহা আর্ক-লাইটে ও টেলিগ্রাফ কার্যে ব্যবহৃত হয়—টেলিগ্রাফ কার্যে কেবল একটি তার প্রয়োজন হয়। কিন্তু



চিত্র—৬১

ইহার অনুবিধা এই যে অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট বলিয়া দুর্ঘটনার সম্ভাবনা। যথা—ইহার A বিন্দুটি ভূ-সংলগ্ন থাকিলে, কোন ব্যক্তি ঐ স্থান স্পর্শ করিলে কোন সঙ্ক পাইবে না, কিন্তু পাঁচটি আলোকের পর D বিন্দু স্পর্শ করিলে  $৫ \times ৫০ = ২৫০$  ভোল্ট অনুযায়ী সঙ্ক পাইবে (প্রত্যেক আর্ক লাইটে প্রায় ৫০ ভোল্ট পি, ডি, প্রয়োজন হয়), D বিন্দু স্পর্শ করিলে  $৯ \times ৫০ = ৪৫০$  ভোল্ট অনুযায়ী সঙ্ক পাইবে। সাধারণতঃ ৬০টি আর্ক লাইট এক এক সার্কিটে ব্যবহার হয়। সুতরাং সার্কিটের ভোল্টেজ প্রায়  $৬০ \times ৫০ = ৩০০০$  ভোল্ট।

দুই তারের প্যারালেল প্রণালী :—৬২ চিত্রে এই



চিত্র—৬২

প্রণালী দর্শিত হইয়াছে।

ইহা অপেক্ষাকৃত জটিল।

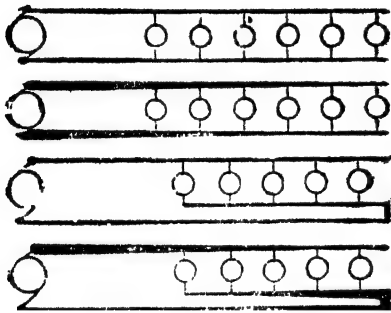
যেহেতু ইহাতে ভোল্টেজ

একভাব থাকে, এই প্রণালী

সর্বত্র, এমন কি অধিকাংশ আর্ক-ল্যাম্পেও ব্যবহৃত হয়। ইহাতে সিরিজ প্রণালী অপেক্ষা অধিক তার লাগে। এই প্রণালীর তিনটি অনুবিধা ;—

১। আলোক বা মোটর প্রভৃতিতে ডায়নামোর ভোল্টেজ অপেক্ষা কম ভোল্টেজ পায়, ইহা তত হানিকর নহে, ২। কোন কোন আলোক বা মোটর অতাপেক্ষা অল্প ভোল্টেজ পায়, ৩। কোন আলোক বা মোটরকে

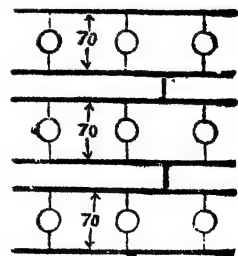
লাইনের সহিত সংযুক্ত বা বিযুক্ত করিবার কালে অস্ত্রের ভোল্টেজ পরি-  
বর্তিত হয়। এই শেষোক্ত দুইটি হানিকর ; ইহাদিগকে রোধকরণার্থে  
'বুস্টার' ব্যবহার হয় বা ডায়নামোদিগকে প্যারালাল ভাবে চালান হয়।  
ইনক্যানডিসেন্ট ল্যাম্প সকল ২২০ ভোল্ট অপেক্ষা অধিক চাপ সহিতে  
পারে না বলিয়া এই প্রণালী উহাদের পক্ষে খুব উপযোগী। এই প্রণালী  
দুই অংশে গঠিত (১) ফীডার বা ডায়নামো হইতে আগত পরিচালক-  
দ্বয়। (২) মেন বা যে পরিচালকদ্বয়ে আলোক বা মোটরাদি সংযোগ করা



চিত্র—৫৬৩-৫৬৬

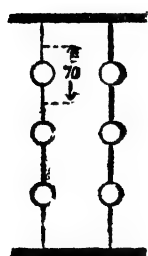
হয়, ফিডার মেনের সহিত  
দুই ভাবে সংযুক্ত হয়—  
(১) প্যারালাল  
ফীডিং—ইহাতে ফিডার  
মেনদ্বয়ের একই শেষ ভাগে  
সংযুক্ত হয়, (২) এন্টি-  
প্যারালাল ফীডিং  
ইহাতে ফীডার—মেনের  
বিপরীত শেষ ভাগের সহিত

সংযুক্ত হয়। মেন গুলি স্থল হইতে পারে বা প্রবাহ অনুযায়ী ক্রমশঃ সরু  
হইতে পারে; চিত্র—৫৬৩-৫৬৬।  
সিরিজ প্যারালাল প্রণালীঃ—  
৫৬৭ চিত্র, ইহাতে কতকগুলি আলোক বা মোটর  
প্রভৃতি প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত হয় ও এরূপ  
কতকগুলি প্যারালালে যুক্ত সমষ্টি সিরিজে সংযুক্ত  
হয়। বলা বাহুল্য কোন একটি সমষ্টি আলোক বা  
মোটরের ভোল্টেজ সমান হওয়া চাই ও প্রত্যেক  
সমষ্টির মধ্যে দিয়া যেন একই প্রবাহ বহিতে পারে।



চিত্র—৫৬৭

প্যারালাল সিরিজ প্রণালী :- ৫৬৮ চিত্রে ইহা

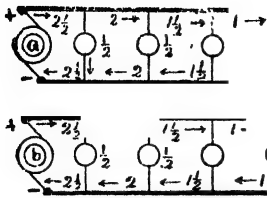


দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি আলোক বা মোটরের সমষ্টি প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত। যে স্থলে লাইনের ভোল্টেজ একটি আলোক বা মোটরের ভোল্টেজ অপেক্ষা অনেক অধিক তথায় ইহা ব্যবহার হয়।

ফিডারে ভোল্টেজ পতন :-

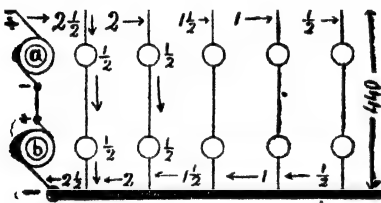
চিত্র—৫৬৮ ফিডারগুলি সাপ্লাই স্থান অর্থাৎ পাওয়ার হাউসের মুইচ-বোর্ড হইতে ডিষ্ট্রিবিউটিং স্টেশন পর্যন্ত প্রবাহ সরবরাহ করে; এবং অনেক সময়ে দৈর্ঘ্য খুব বেশী হয়। সুতরাং তাহাদের মধ্যে ভোল্টেজ পতন হয়। ফিডারে ভোল্টেজ পতন রদ করা আবশ্যিক এবং সরবরাহের যে কোন প্রণালী এরূপ হওয়া উচিত যেন যে কোন ভাবে ডিষ্ট্রিবিউটিং পয়েন্টগুলি একভাবে ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়।

তিন তার প্রণালী :- এই প্রণালীর প্রধান উদ্দেশ্য গাম্বের সাশ্রয়। যেহেতু তারের স্থলতা প্রবাহের উপর নির্ভর করে, ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে না, যথা যে তার ১০ ভোল্টের ৩ অ্যাম্প প্রবাহ বহন করিতে পারে, তাহা ১০,০০০ ভোল্টের ৩ ও ৩ অ্যাম্প প্রবাহ বহন করিতে পারিবে এবং যেহেতু বৈদ্যুতিক ক্ষমতা প্রবাহ ও ভোল্টেজের গুণফল ( $E \times C$ ) সুতরাং স্পষ্টই দেখা যায় তারের স্থলতা (অতএব প্রবাহ) ঠিক রাপিয়া ভোল্টেজ বৃদ্ধি দ্বারা তারের মধ্য দিয়া বাহিত ক্ষমতার পরিমাণ পরিবর্তিত করা যাইতে পারে। এইজন্য সকল সময় যথা সম্ভব অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট প্রবাহ সরবরাহের বন্দোবস্ত করিতে হয়। ইহার আর একটি সুবিধা, সরবরাহ শক্তির তুলনায় ফিডার বা মেনে উত্তাপ জনিত শক্তির ( $C^2R$ ) অপচয় ও কম হয়। ইনক্যান্ডিসেন্ট (কার্বন ফিলামেন্ট) আলোগুলিতে সচরাচর ২২০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয় এবং প্রত্যেক



চিত্র--৫৬৯-৫৭০

ভোল্টের উপযোগী করা যায় তাহা হইলে ঐ অ্যাম্প প্রবাহ লাগিবে ( $৪৪০ \times \frac{১}{২} = ১১০$  ওয়াট)। সুতরাং সমস্ত তার ব্যবহার করিলে দ্বিগুণ সংখ্যক আলোকে ক্ষমতা যোগান যায়। এখন দেখা যউক কি ভাবে ভোল্টেজ



চিত্র—৫৭১

৩ অ্যাম্প করিয়া প্রবাহ দিতেছে। এখন যদি ডায়নামোদ্বয়কে সিরিজে সংযুক্ত করা যায় (চিত্র ৫৭১) অর্থাৎ একটির পজিটিভ ব্রাস অপরটির নেগেটিভ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করা হয় তাহা হইলে কেবলমাত্র দুইটি তার (ফিডার) প্রয়োজন হইবে এবং এই ফিডারদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, = ৪৪০ ভোল্ট হইবে, সুতরাং ২২০ ভোল্টের দুইটি করিয়া আলোক বা মোটরকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ঐ দুইটির সমষ্টিকে লাইনের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। এস্থলেও ঠিক পূর্বের ন্যায় প্রত্যেক আলোক প্রভৃতির মধ্য দিয়া  $\frac{১}{২}$  অ্যাম্প করিয়া প্রবাহ যাইবে ও তাহাদের প্রত্যেকে ২২০ ভোল্ট করিয়া চাপ পাইবে। কারণ দুইটিতে মিলিয়া ৪৪০ ভোল্ট পাইতেছে। অতএব ঠিক পূর্বের ন্যায় তাহার ক্ষমতা প্রাপ্ত হইবে, অথচ প্রায় অর্ধেক পরিমাণ তার সাশ্রয়

৩২ বাতির আলোকে ঐ চাপে প্রায়  $\frac{১}{২}$  অ্যাম্প প্রবাহ লাগে অর্থাৎ প্রত্যেক ৩২ বাতির আলোকে  $২২০ \times \frac{১}{২} = ১১০$  ওয়াট ক্ষমতা প্রয়োজন হয় কিন্তু যদি আলোকটিকে ৪৪০

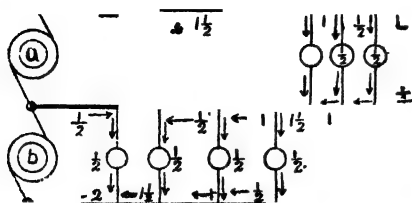
বৃদ্ধ করিতে পারা যায়। ৫৬৯-৫৭০ চিত্রে A ও B দুইটি ডায়নামো পৃথক-ভাবে দুইটি পৃথক সার্কিটে ক্ষমতা যোগাইতেছে ও প্রত্যেকেই ২২০ ভোল্টে



হইল। কিন্তু ইহাতে অসুবিধা এই যে, কোন একটি আলোক নিবাইয়া দিলে অপরটি পুড়িয়া যাইবে। এই অসুবিধা নিবারণের নিমিত্ত ডায়নামো-দ্বয়ের সংযোগ স্থল হইতে তৃতীয় একটি তার প্রয়োজন হয়, সেইজন্য এই প্রণালীকে ‘তিন তার’ প্রণালী বলে। এই তৃতীয় তারের কার্য্য কোন একটি আলোক নিবাইয়া দিলে অপর আলোকটির প্রবাহ আলোক হইতে ইহার মধ্য দিয়া ডায়নামোতে বা ডায়নামো হইতে ইহার মধ্য দিয়া আলোকে গিয়া উহাকে ঠিকমত ক্ষমতা প্রদান করে ও এইভাবে যে কোন স্থানীয় অথবা সংখ্যক আলোককে ইচ্ছানুযায়ী নিবাইয়া বা জালিয়া দেওয়া সম্ভবপর হয়। এই তারটির উভয়দিকে সমান ভার থাকিলে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে না—সেইজন্য ইহাকে ‘নিউট্রাল অয়ার’ (Neutral wire) বলে এবং ইহা ০ বা + দ্বারা চিহ্নিত হয়, শেষ চিহ্নটি নির্দেশ করিতেছে যে ইহা প্রথম ডায়নামোর পজিটিভ তার ও দ্বিতীয় ডায়নামোর নেগেটিভ তার। নিউট্রাল তারের উভয়দিকে ভার সমান না হইলে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে, নিম্নদিকে ভার অধিক হইলে ডায়নামো হইতে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে আর উপর দিকে ভার অধিক হইলে ডায়নামো অভিমুখে প্রবাহ বহিবে। কার্য্যতঃ শক্তি ব্যবহারকগণকে একপভাবে ভাগ করিয়া দেওয়া হয় যে নিউট্রাল তার দিয়া যতদূর সম্ভব কম প্রবাহ বহে। সচরাচর নিউট্রাল তারের স্থূলতা পার্শ্বের তারের স্থূলতার প্রায় অর্দ্ধেক হয়। কয়েক প্রকার উপায়ের সাহায্যে তিন তার প্রণালীতে কেবলমাত্র একটি ডায়নামো ব্যবহার করা বাইতে পারে, যথা,—

(১) স্টোরেরজ ব্যাটারি প্রণালীঃ—ইহাতে একটি স্টোরেরজ ব্যাটারিকে পার্শ্বের তারদ্বয়ের মধ্যে সংযোগ করা হয় এবং নিউট্রাল তারটিকে একপ স্থানে সংযোগ করা হয় যেন উহার চাপ ঠিক মত হয়।

(২) ডবল ডায়নামো প্রণালীঃ—(চিত্র—৫৭২), ইহাতে একটি আমেচার কোরে দুইটি তার জড়ান ও তাহার দুইটি পৃথক



চিত্র—৫৭২

কমিউটেটরের সহিত  
সংযুক্ত এরূপ একটি  
ডবল-ডায়নামো ব্যবহার  
হয়। এই ডবল ডায়নামো  
সিরিজে সংযুক্ত দুইটি পৃথক

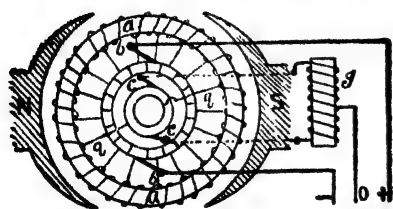
ডায়নামোর মত কার্য

করে। চিত্র ৫৭২ একই সাফটের উপর পৃথক কমিউটেটরদ্বয় আছে।

(৩) ব্রিজ প্রণালীঃ—ইহাতে পাখের তারদ্বয়ে একটি বাধাদায়ক তার বা কয়েল দ্বারা সেতুর মত সংযোগ করা হয় এবং একটি স্থান পরিবর্তনক্ষম সুইচ দ্বারা নিউট্রাল তারকে উহার এরূপ স্থানে সংযোগ করা হয় যেন দুইদিকেই তার সমান হয়।

(৪) তিন ব্রাসযুক্ত ডায়নামো প্রণালীঃ—ইহার ডায়নামোতে তৃতীয় একটি ব্রাস থাকে ও নিউট্রাল তারটি তাহার সহিত সংযুক্ত করা হয়।

(৫) ডোব্রোলস্কি (Dobrowolsky) তিন তার প্রণালীঃ—ইহাতে একটি সেল্ফ ইণ্ডাকশন কয়েল সাধারণ ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোর আমেচারের দুই বিপরীত ভাগে সংযুক্ত থাকে,



চিত্র—৫৭৩

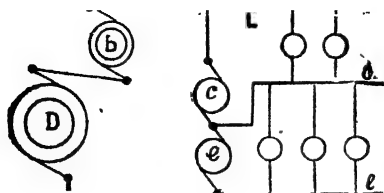
চিত্র ৫৭৩। a আমেচার,  
I ইণ্ডাকশন কয়েল ইহার c c  
ব্রাস দুইটি রিংএর দ্বারা  
আমেচারের দুই বিপরীত  
দিকের সহিত সংযুক্ত (অতঃ  
এবং আমেচার ঘুরিলেও I

স্থির থাকিতে পারে। কোন কোন স্থলে ইহা আমেচারের সহিত ঘুরে,  
তথায় c c ব্রাস প্রয়োজন হয় না)। I গুটির মাঝখানের ফাঁসের নিউট্রাল

তার  $o$  সংযুক্ত এবং ধারের  $+$  ও  $-$  তারদ্বয় কমিউটেটোর ব্রাস  $b$  ও  $b$  এর সহিত সংযুক্ত।  $I$  কয়েলের টার্মিনালদ্বয় অর্টারনেটিং চাপ প্রাপ্ত হয়, সুতরাং এই কয়েল দ্বারা স্বীয় সম্ভাবন হেতু আমেরচারের সর্ট সার্কিট ঘটতে পারে না পরন্তু ইহার দুই অর্দ্ধাংশেব সম্ভাবনী ক্ষমতা (Inductance) সমান হওয়ায় নিউট্রাল তারের চাপ দুইধারের “ $+$ ” ও “ $-$ ” এর মাঝামাঝি। যখন দুইদিকের ভার সমান না হয়, নিউট্রাল তারের মধ্য দিয়া প্রবাহের বিয়োগফল অনায়াসেই  $I$  কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, যেহেতু এই প্রবাহ দ্রুত পরিবর্তনশীল নহে, সুতরাং সম্ভাবন-হেতু বাধা প্রাপ্ত হয় না। বলা বাহুল্য শক্তির অপচয় ও দুইদিকের ভোল্টেজের পার্থক্য হ্রাসের নিমিত্ত এই  $I$  কয়েলের বাধা (ওম্‌ হিঃ) খুব অল্প হওয়া প্রয়োজন ও স্বীয় সম্ভাবনী ক্ষমতা খুব অধিক হওয়া উচিত।

(৬) অকজিলিয়ারী ডায়নামো প্রণালী:— ইহাতে নিউট্রাল তারটি দ্বিতীয় একটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত। এই দ্বিতীয় ডায়নামোকে অকজিলিয়ারী ডায়নামো বলে, ইহার ভোল্টেজ প্রধান ডায়নামোর ভোল্টেজের প্রায় অর্দ্ধেক এবং ইহা প্রধান ডায়নামো হইতে সচরাচর বেল্টিং দ্বারা চালিত হয়। নেগেটিভ দিকে ভার অধিক হইলে ইহা ডায়নামোর কার্য করে ও পজিটিভ দিকে ভার অধিক হইলে মোটরের কার্য করে।

(৭) কমপেনসেটোর প্রণালী:—চিত্র ৫৭৪, ইহাতে দুইটি অকজিলিয়ারী ডায়নামো  $c$  ও  $c$  সিরিজে সংযুক্ত হইয়া চিত্রে দর্শিত ভাবে ব্যবহৃত হয়, ইহাদিগকে কমপেনসেটোর (Compensator) বা ইকোয়ালাইজার (Equalizer) বলে। প্রত্যেক কমপেনসেটোরে প্রধান ডায়নামোর ভোল্টেজের অর্দ্ধেক ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় এবং ভার ও চাপকে সমভাবে ভাগ করিয়া দেয়। যে দিকে ভার কম হয় তথায় কমপেনসেটোর মোটরে পরিণত হয় এবং অপরটিকে ডায়নামোর মত

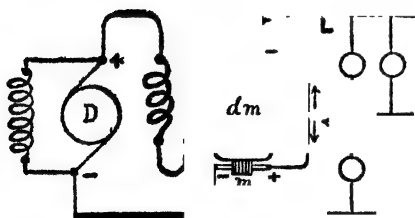


চিত্র—৫৭৪

জড়ই কেবলমাত্র একটি বুট্টা। B প্রয়োজন হয়, কারণ কমপেন-সেটারগুলি বুট্টাবের পরে বাহিরের তারের সহিত সংযুক্ত থাকায় চাপ পার্থক্য দুই দিকের মধ্যে সমভাবে ভাগ করিয়া দেয়।

### (৮) ডায়নামো-মোটর প্রণালী :—

ডায়নামো-মোটর :—ইহা একই সার্কিটে ডায়নামো ও মোটরের সমষ্টি,—মোটরটি প্রবাহ গ্রহণ করিয়া চলে ও ডায়নামোকে চালাইয়া প্রবাহ উৎপন্ন করে—ডায়নামোর উৎপাদিত ভোল্টেজ মোটরের প্রাপ্ত ভোল্টেজ অপেক্ষা কম হইতে পারে বা বেশীও হইতে পারে। অল্টারনেটিং কারেন্ট সার্কিটে ট্রান্সফরমার যে কার্য করে, ডাইরেক্ট কারেন্ট সার্কিটে ডায়নামোটর দ্বারা সেই প্রকার ক্রিয়া সাধিত হয়। ৫৭৫ চিত্রে ডায়নামো-মোটর



চিত্র—৫৭৫

ব্যবহার পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে।  $dm$  ডায়নামো মোটর,  $g$  ডায়নামোর দিক,  $m$  মোটরের দিক। প্রধান ডায়নামোর যদি উভয়দিকে ভার সমান থাকে তাহা হইলে নিউ-

ট্রাল তারে প্রবাহ বহিবে না কেবলমাত্র ডায়নামো-মোটরের সিরিজে সংযুক্ত আমেরচারঘরের মধ্য দিয়া অল্প পরিমাণ প্রবাহ বহিবে ও উভয়েই মোটরে

পরিণত হইবে। আর যদি একদিকের ভার অধিক হয় তাহা হইলে ডায়না-মোটরের সেইদিকে আমেরচারটি ডায়নামোতে পরিণত হইয়া প্রবাহ যোগায় ও অপরদিকে আমেরচারটি মোটরে পরিণত হইয়া অপরদিকের ভার বৃদ্ধি করে অর্থাৎ কম ভার যুক্ত দিক হইতে প্রবাহ লয়, ৫৭৫ চিত্রে উক্ত ভাগটি অধিক ভারযুক্ত, dm এর উক্ত আমেরচার g ডায়নামো নিম্ন আমেরচার m মোটরে পরিণত হইতেছে।

(৯) মোটর ডায়নামো প্রণালী :—ইহাতে একটি মোটর একটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত থাকে ও এই সমষ্টিকে ব্যালান্সার বলে। ইহার প্রকরণ ঠিক ডায়না-মোটরের স্থায়।

(১০) ব্যালান্স কন্সল প্রণালী :—এই প্রণালীতে আবর্তনশীল ডায়নামো বা মোটরাদির পরিবর্তে কন্সল ব্যবহৃত হয়।

বুস্টার (Booster) :—কোন সার্কিটের কোন স্থানে ভোল্টেজ বৃদ্ধির নিমিত্ত যে ডায়নামো ব্যবহার হয় তাহাকে বুস্টার বলে। ইহা সচরাচর মোটর দ্বারা চালিত হয় এবং উভয়ের আমেরচার পরস্পরের সহিত সংযুক্ত থাকে। অবশ্য কোন কোন স্থলে ইন্ড্রিন বা লাইন সাফট দ্বারাও চালিত হয়। অধিক দূরগামী বা ভারযুক্ত ফীডারগুলিতে ভোল্টেজ এত পতিত হয় যে তাহা মেন সকলের কার্যোপযোগী হয় না, এরূপ স্থলে বুস্টার দ্বারা চাপ বৃদ্ধিত করা হয়। আকুমুলেটর চার্জ করিবার সময়ও উপযুক্ত ভোল্টেজ পাঠিবার নিমিত্ত বুস্টার ব্যবহৃত হয়।

উপরে ২ ও ৩ তার প্রণালী ছাড়া ৪, ৫ ও ৭ তার প্রণালীও কোন কোন দেশে প্রচলিত ইহাদিগের আনুপাতিক তারের পরিমাণ প্রদত্ত হইল।

২ তার প্রণালী	...	...	—	১০০০
৩ " "	৩টি তারই এক মাপের	...	...	৩৭০
" " "	নিউট্রাল তার অর্ধেক স্থল	...	...	৩১৩
৪ " "	সকল তার সমান মাপের	...	...	২২২
৫ " "	" " " "	...	...	১৫৬

## ষড়বিংশ পরিচয় ।

অল্টারনেটিং কারেন্টস্ ( Alternating Currents ) ।

আমরা জানি যে বিদ্যুৎশক্তি প্রস্তুত কারক কল প্রথমে অলটারনেটিং প্রবাহ প্রস্তুত করে । সিমেন্স “H” আর্মেচারে স্লিপ-রিং দ্বারা বিদ্যুৎশক্তি প্রবাহিত করাইলে ইহা অবগত হওয়া যায় । এই প্রবাহকে কমিউটেটর নামক অবলম্বনের দ্বারা কার্ণিউয়াস বা ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করা যায় । আমরা এখন এই অলটারনেটিং কারেন্টের গুণাগুণ প্রভৃতি লক্ষ্য করিব ও উহার প্রস্তুতকারক বিশেষ যন্ত্র ও তাহাদের কার্যাবলীর বিষয় আলোচনা করিব । কার্ণিউয়াস কারেন্টের তিনটি বিষয় লক্ষিত হইয়াছিল, যথা—

১। উত্তপ্ত ও আলোকিত করিবার শক্তি ।

২। চুম্বক করিবার শক্তি ।

৩। ইলেক্ট্রোলিসিস করিবার শক্তি ।

এই অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা উত্তপ্ত ও আলোকিত করিবার শক্তি ঠিক কার্ণিউয়াস কারেন্টের ত্রায় প্রকাশ পায় । কিন্তু চুম্বক বা ইলেক্ট্রোলিসিস করিবার সময় উপায়ান্তরের প্রয়োজন হয় । অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা আলোক জ্বালাইতে ঐ কারেন্টের অলটারনেসান অন্ততঃ মিনিটে ৩০০০ অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে ৫০ হওয়া চাই । ইহার কম হইলে আলোকে তেজ পুনঃপুনঃ কম বেশী হইবে অর্থাৎ কম্পনশীল হইবে এবং ঐ আলোকে কার্য করা কষ্টকর হয় ও চক্ষুপীড়া হয় । আর্ক-ল্যাম্প ও অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা প্রজ্জ্বলিত হইতে পারে, কিন্তু বিশেষতঃ এই যে কার্ণিউয়াস কারেন্ট ব্যবহার করিলে যেমন + কার্ণনটি শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় সেরূপ হয় না, উভয়েই সমান

ভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। কারণ প্রত্যেকেই পর্যায়ক্রমে + ও—হইতে থাকে। আবার কণ্ঠিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় যেমন প্রত্যেক আর্ক ল্যাম্পে প্রায় ৫০-৬০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয়, অলটারনেটিং এর বেলায় কেবলমাত্র প্রায় ২৫-৩০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয়। ক্ষীণোজ্জ্বল না হইয়া সমভাবে জ্বলিতে গ্লো-ল্যাম্পে যেমন মিনিটে প্রায় ৫০টা স্পন্দন প্রয়োজন হয়, আর্ক ল্যাম্পের বেলায় কিন্তু প্রায় মিনিটে ১০০ স্পন্দনের কম হয় না।

চুম্বক-সূচের উপর কণ্ঠিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও সূচকে ঘুরাইয়া দেওয়া ফল আছে, তবে কণ্ঠিনিউয়াস কারেন্ট একইদিকে বহে বলিয়া চুম্বক সূচ একইদিকে ঘুরিয়া থাকে, আর অলটারনেটিং কারেন্ট পর্যায়ক্রমে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে বহে বলিয়া চুম্বকসূচও পর্যায়ক্রমে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে ঘুরিয়া যায়। প্রবাহের স্পন্দন হার কম হইলে (সেকেন্ডে ২ তিনটি) চুম্বকও ধীরে ধীরে চলিতে থাকিবে। তখন চুম্বকের দোলন দর্শন সাধ্য হইবে, আর প্রবাহের স্পন্দন হার অধিক হইলে (সেকেন্ডে ২০।৩০টি) চুম্বক এত দ্রুত আন্দোলিত হয় (অল্পস্থানের মধ্যে) যে উহার দোলন সুস্পষ্ট পরিলক্ষিত হয় না, কেবলমাত্র উহাকে কম্পিত হইতে দৃষ্ট হয়। রোধিত কয়েল পরিবেষ্টিত লৌহের উপর কণ্ঠিনিউয়াস কারেন্টের দ্বারা অলটা নেটিং কারেন্টেরও চুম্বককরণ ফল আছে—লৌহটি চুম্বকীভূত হয় ও অল্প লৌহকে আকর্ষণ করিয়া ধরিয়া রাখে। কিন্তু অলটারনেটিং কারেন্টের এতদ্ব্যতীত দুইটি অতিরিক্ত ফল দৃষ্ট হয়। ১। তীক্ষ্ণ শব্দ হয়। ২। চুম্বকীভূত ও আকর্ষিত উভয় লৌহই অত্যন্ত গরম হয়। শব্দ হইবার কারণ এই যে, প্রবাহ একদিকে বহিয়া বহিতে মাঝে বন্ধ হয় ও তৎপরে বিপরীত দিকে বহিতে আরম্ভ করে। দিক পরিবর্তনের প্রাকালে প্রবাহ বন্ধের সময় চুম্বকত্ব নাশ হয় ও তখন লৌহটি আর আকৃষ্ট হয় না। অতএব উহা পড়িয়া যাইতে থাকে, কিন্তু ক্ষণমধ্যে বিপরীত প্রবাহ দ্বারা

বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয় ও তদ্বারা লৌহটি পুনরায় চুম্বকে আকৃষ্ট হয়, এই সময়ে চুম্বক ও লৌহের মধ্যে ঘাৎপ্রতিঘাতের একটি শব্দ হয়। প্রবাহের স্পন্দন হার যত অধিক হইবে, এই শব্দও তত দ্রুত ঘটিতে থাকিবে ও তীক্ষ্ণ শব্দ শ্রুত হইবে। লৌহদ্বয় উত্তপ্ত হইবার কারণ এই যে কয়েলের মধ্যে অলটারনেটিং প্রবাহ বহে বলিয়া লৌহের মধ্যে উৎপন্ন বলরেখার সংখ্যা ও দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে, এইজন্য লৌহ পরিচালক বলিয়া উহার মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহ বা এডিকারেন্ট সৃষ্ট হয় ও ঐ প্রবাহ হেতু উহারা উত্তপ্ত হয়। এইজন্য অলটারনেটিং কারেন্টের যন্ত্রগুলির লৌহময় অংশকে ল্যামিনেটেড করিতে হয়।

কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও ইলেক্ট্রো-ডিনামিক অর্থাৎ প্রবাহের উপর প্রবাহের গতি উৎপাদন ফল দৃষ্ট হয়। দুইটি কয়েলের মধ্যে একটিকে আবদ্ধ ও অপরটিকে আলগা রাখিয়া উভয়ের মধ্য দিয়া অলটারনেটিং প্রবাহ দিলে কয়েলদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ হয়—উভয় কয়েলে প্রবাহ সর্বদা একই দিকে বহিতে থাকিলে আকর্ষণ, আর বিপরীত দিকে বহিতে থাকিলে নিক্ষেপণ হয়। প্রবাহ অলটারনেটিং বলিয়া উক্ত কার্যাবলীর কোন হানি হয় না। কারণ একটি কয়েলে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হইলে সঙ্গ সঙ্গ অপর কয়েলটিতেও প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হয়। কিন্তু যদি একটি কয়েলে অলটারনেটিং কারেন্ট ও অপরটিতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট দেওয়া যায় তাহা হইলে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ পর পর দ্রুত ঘটিতে থাকে বলিয়া আলগা কয়েলকে স্পন্দিত হইতে দৃষ্ট হয়।

কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও রাসায়নিক ফল অর্থাৎ ইলেক্ট্রোলিসিস কাণ্ডে রাসায়নিক বিশ্লেষণ করিবার ক্ষমতা আছে বটে। তবে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে বলিয়া ইলেক্ট্রোড দ্বয়ের মেরুত্ব পরিবর্তিত হয়, অর্থাৎ উভয় ইলেক্ট্রোডই পর পর উভয় মেরুত্ব



প্রাপ্ত হয়, সুতরাং প্রত্যেক ইলেক্ট্রোড দ্বারা সম পরিমাণে উভয় প্রকার আয়ন উৎপাদিত হয়।

যথা,—জলের ইলেক্ট্রোলিসিস করিলে প্রত্যেক ইলেক্ট্রোডের উপর  $H_2$   $O_2$  গ্যাস (জলের উপাদানের পরিমাণে) নিঃসৃত হইবে। অতএব অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা বিভিন্ন আয়ন বা উপাদানগুলিকে পরস্পর হইতে পৃথক করা অসম্ভব। অতএব স্পষ্টই দেখা যাইতেছে অলটারনেটিং প্রবাহ দ্বারা আকুমুলেটর চার্জ করা যায় না।

দ্রষ্টব্য :—অলটারনেটিং কারেন্টের স্পন্দন হার খুব অধিক হইলে (সেকেন্ডে শতাধিক) কোন প্রকার চুম্বক বা রাসায়নিক ফল দৃষ্ট হয় না। কারণ তখন লৌহ বা ইলেক্ট্রো-লাইটের অনুজ্জলি অলটারনেটিং কারেন্টের পর্যায়ক্রমে বিপরীত ফল অনুযায়ী নিজেদের অবস্থাকে এত দ্রুত পরিবর্তিত করিতে পারে না।

### অলটারনেটিং কারেন্টের সম্ভাবন গুণ।

কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ও অলটারনেটিং কারেন্টের সোসাদৃশ্য ফলগুলি উল্লেখ করা হইল। এখন অলটারনেটিং কারেন্টের বিশিষ্ট ফল দর্শিত হইবে, যথা—“সম্ভাবন গুণ” (Induction effect)।

কতকগুলি চাকতি বা তার দ্বারা প্রস্তুত (ল্যামিনেটেড) একটি লৌহ দণ্ডকে একটি কয়েলের মধ্যে রাখিয়া ঐ কয়েলের উপর একটি ধাতব বলয় স্থাপিত করিয়া, কয়েলের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং প্রবাহ দিলে দৃষ্ট হইবে বলয়টি উপরদিকে উঠিয়া পড়ে এবং যতক্ষণ প্রবাহ বহে ইহা শূন্যে আধারহীন অবস্থায় অবস্থান করে চিত্র ৫৭৬।



আরও দৃষ্ট হয় যে, লৌহদণ্ড ও বলয় উভয়েই গরম হইয়া উঠে। ইহা হইতে এট প্রতীয়মান হয় যে বলয়ের মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। এট সম্ভাবিত

চিত্র—৫৭৬ প্রবাহের দিক বলয়ের গতির দিক হইতে পাওয়া যায়।

যেহেতু কয়েল হইতে বলয় নিক্ষিপ্ত হয় এবং বিপরীত দিকে বহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়, অতএব তাহার বিপরীত দিকে হয়, অর্থাৎ কয়েলের মধ্যে কারেন্ট যখন ক্লক-ওয়াইজ, এবং কয়েলে যখন এন্টিক্লক-ওয়াইজ, বলয়ে তখন ক্লক-ওয়াইজ হয়। ৫৭৭ চিত্রে



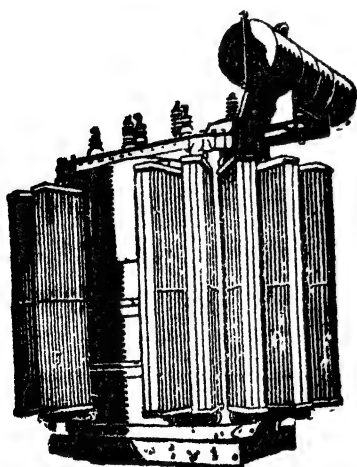
চিত্র—৫৭৭

ইহা দর্শিত হইয়াছে, টানা রেখা P. P. কয়েলের মধ্যে প্রদত্ত কারেন্ট বা প্রাইমারী কারেন্ট ও ছিন্ন রেখা S. S, বলয়ের মধ্যে সম্ভাবিত কারেন্ট

বা ইণ্ডিউসড কারেন্ট। কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে লৌহটি চুম্বকীভূত হয়। লৌহের মধ্যে (সুতরাং কয়েলের মধ্যে) বলরেখা উৎপন্ন হয়। কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইলে প্রবাহ একই দিকে সমতেজে বহিতে থাকে সুতরাং বলরেখাগুলি সমপরিমাণে একই দিকে হয় বলিয়া সম্ভাবন ঘটে না। কিন্তু অলটারনেটিং প্রবাহ হইলে প্রবাহের দিক ও পরিমাণ পরিবর্তিত হইতে থাকে। এবং যেহেতু এই পরিবর্তনশীল বলরেখা পরিচালক বলয়ের মধ্য দিয়া যাইতেছে, ঐ বলয়ে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় ও বলয়ের বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ বলিয়া উহাতে প্রবাহ বহে। “লেঞ্জেল” বা “বৈদ্যুতিক জড়তা” অনুসারে দৃষ্ট হইবে বলয়ের প্রবাহ (বা ই, এম, এফ) সর্বদা কয়েলের প্রবাহ (বা ই, এম, এফ) র বিপরীত হইবে, এবং বলয়ের মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের পরিবর্তন হার কয়েলের প্রবাহের পরিবর্তন হারের সমান হইবে। যেমন বলয়টির মধ্যে বলরেখার পরিবর্তন হইতে থাকে, সেইরূপ কয়েলটির নিজের মধ্যেও হইতে থাকে, সুতরাং কয়েলের মধ্যে সর্বদা বিপরীত ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়, যেমন মোটরের আমেরচারে হয়। ইহাকে ব্যাক ই, এম, এফ বলে। এষ্ট স্বীয় সম্ভাবিত বিপরীত ই, এম, এফ, (ব্যাক ই, এম, এফ,) হেতু প্রযুক্ত ই, এম, এফ, একেবারে নষ্ট হইতে পারে না, কারণ তাহা হইলে মোটেই প্রবাহ বহিবে না ও বলরেখা পাওয়া যাইবে না, অর্থাৎ লৌহটি চুম্বকীভূত হইবে না। যেমন মোটরের বেলায় হয়, ঠিক সেইরূপ ব্যাক ই, এম, এফ, সর্বদা প্রাইমারী ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম থাকে। বলা বাহুল্য লৌহখণ্ডটির মধ্যেও বলরেখার পরিবর্তন হয় এবং উক্ত প্রকার অলটারনেটিং

ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ইহাকে 'এডি-কারেন্ট' বলে। এই জন্তই লৌহটি গরম হইয়া উঠে। এই উত্তাপ হ্রাস করিতে হইলে উহাকে একখণ্ড নীকেট লৌহদ্বারা গঠিত না করিয়া কতকগুলি তার বা চাকতিতে একত্রিত করিয়া গঠিত হয়। এরূপ লৌহখণ্ডকে ল্যামিনেটেড লৌহখণ্ড বলে, ইহা পূর্বেই বলা হইয়াছে। যেহেতু অলটারনেটিং কারেন্টের পরিবর্তন হার অত্যন্ত অধিক, 'বলরেখা পরিবর্তনের হার' সম্ভাবিত ভোল্টেজ পরিমাণ খুব অধিক হয়। অতএব এডি-কারেন্টকে কম রাখিতে হইলে কন্টিনিউয়াস কারেন্টে ধেরূপ পাতলা পাত ব্যবহৃত হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় তদপেক্ষা অধিক পাতলা পাত ব্যবহার করিতে হয়, যথা, কন্টিনিউয়াস কারেন্টে আমেরচারের পাত '০.২ ইঞ্চি পুরু হয়, অলটারনেটিং কারেন্টে হইলে উহা '০.১ ইঞ্চি, এমন কি '০.০৮ ইঞ্চি পর্যন্ত পাতলা হয়।

ট্রান্সফরমার ( Transformer ) :—অলটারনেটিং



কারেন্টের সম্ভাবনীয় ক্ষমতা 'পরি-বর্তক' বা ট্রান্সফরমার প্রস্তুত করণে বিশেষ সহায় হয়। কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইলে বলরেখা পরিবর্তনের উদ্দেশ্যে প্রবাহ পুনঃ পুনঃ বন্ধ করিবার নিমিত্ত (যথা ইণ্ডাকশান কয়েল ও ম্যাগনেটোতে) যেমন কোন অংশের চালনা বা ঘূর্ণনের প্রয়োজন হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় প্রবাহ স্বভাবতঃই পরিবর্তনশীল বলিয়া ট্রান্সফরমারের মধ্যে কোন অংশের গতি প্রয়োজন

চিত্র—৫৭৮

হয় না। ৫৭৮ চিত্র অনুযায়ী যদি একটি চতুষ্কোণ লৌহদণ্ডের দুই

বাহতে দুইটি কয়েল থাকে, তাহা হইলে একটি কয়েলের মধ্য দিয়া অল-টারনেটিং কারেন্ট বহিবার কালে লৌহের মধ্যে পরিবর্তনশীল বলরেখার উদয় হেতু দ্বিতীয় কয়েলটিতে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে এবং পথ সম্পূর্ণ থাকিলে সম্ভাবিত প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। বলা বাহুল্য এই সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবক প্রবাহের ত্রায় অলটারনেটিং হইবে।

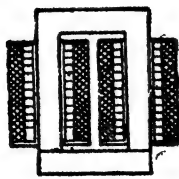
সেকেন্ডারী কয়েলে সম্ভাবিত ভোল্টেজ উহার পাকসংখ্যানুপাতে হইবে। কারণ পূর্বেই দেখা গিয়াছে যে প্রাইমারী কয়েলে স্বীয় সম্ভাবন দ্বারা প্রায় সম পরিমাণ ব্যাক ই, এম, এফ, হয়—

যথা, প্রাইমারী কয়েলে ১০০ পাক থাকিলে এবং উহাতে ১০০ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হইলে স্বীয় সম্ভাবন হেতু বিপরীত দিকে প্রায় ৯৯ ভোল্ট চাপ উৎপন্ন হয়, অর্থাৎ প্রতি পাকে প্রায় ১ ভোল্ট করিয়া চাপ সম্ভাবিত হয়। সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে ঐ সম্ভাবন ক্রিয়া দ্বারা প্রতি পাকে ১ ভোল্ট করিয়া চাপ উৎপন্ন হইবে। অতএব সেকেন্ডারী কয়েলে যদি ১০০০ বা ১০০০০ ইত্যাদি পাক থাকে উহাতে যথাক্রমে ১০০০ বা ১০০০০ ইত্যাদি ভোল্ট চাপ পাওয়া যাইবে এবং যেহেতু বৈদ্যুতিক শক্তি চাপ ও প্রবাহের গুণকল ( $W = E \times C$ ) দ্বারা পরিমিত হয় এবং শক্তিকে পরিবর্তিত বা হ্রাস করা যায় না—সেকেন্ডারী কয়েলে ভোল্টেজ যেরূপ বাড়িবে, উহাতে কারেন্ট বা আম্পিয়ারেজ (ampere) সেই অনুপাতে কমিবে। যথা—প্রাইমারী কয়েলের পাকসংখ্যা = ১০০, প্রযুক্ত ভোল্টেজ = ১০ ও প্রবাহ = ১ আম্প এবং সেকেন্ডারী কয়েলের পাকসংখ্যা ১০০০০ হইলে উহার ভোল্টেজ =  $\frac{1}{100} \times 10000 = 1000$  হইবে ও কারেন্ট =  $\frac{1}{100} \times 1 = 0.01$  = ০.০১ আম্প হইবে।

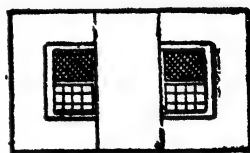
ট্রান্সফরমার ব্যবহারের উদ্দেশ্য একাদশ পরিচ্ছেদে বর্ণিত হইয়াছে, এক্ষণে উহাদের গঠন বর্ণিত হইবে। সচরাচর ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার গুলিতে



চিত্র—৫৭৯



চিত্র—৫৮০



চিত্র—৫৮১

প্রাইমারীর উপর সেকেন্ডারী জড়ান হয় না। কতিপয় চিত্র দেওয়া হইল।

যে ট্রান্সফরমারগুলির লৌহপথ সম্পূর্ণ তাহাকে closed magnetic circuit বলে, এইরূপ গঠন অমুবিধাজনক বলিয়া চিত্র ৫৭২-৫৮১ অনুযায়ী অংশ সংযোগ করিয়া প্রস্তুত হয়।

**অটো ট্রান্সফরমার ( Auto-transformer ) :—**

৫৮২ চিত্রে দর্শিত অটো ট্রান্সফরমার ধাতব ফিলামেন্ট বাতির জন্য অলটারনেটিং কারেন্টের সহিত ব্যবহার হয় এবং ইহার দ্বারা ভোল্টেজ কমান হয়। ইহাতে প্রাইমারী কয়েল একটি লৌহখণ্ডের উপর জড়ান হয় এবং সেকেন্ডারীর জন্য পৃথক কয়েল ব্যবহার না করিয়া ঐ প্রাইমারীর



চিত্র—৫৮২

প্রয়োজনমত কতকগুলি পাক বাদ দেওয়া হয়। ঠিকমত দেখিতে গেলে অটো-ট্রান্সফরমার বলিতে যে যন্ত্রের মধ্যে প্রবাহ উৎপাদিত হয় ও ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয় তাহাকে বুঝায়। মাগনেটো এই প্রকার যন্ত্র, ইহা পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে।

**ট্রান্সফরমারের মধ্যে অপচয় ( Losses in Transformers ) :—**

(১) প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে তাপোৎপত্তি হেতু অপচয়—ইহা কয়েলের আকার ও তারের দৈর্ঘ্য কমাইয়া কম করা যায়।

(২) লৌহের মধ্যে এডিকারেন্ট (Eddy current) হেতু অপচয়—ইহা কতকগুলি ইনসুলেটেড লৌহের পাতলা পাত বা সরু তার একত্র ব্যবহার দ্বারা কমান যায়।

(৩) লৌহের মধ্যে হিষ্টেরেসিস অপচয় (Hysteresis losses)—ইহা বিশেষ প্রকার লৌহ নির্বাচন দ্বারা কমান যায়।

(৪) চৌম্বক অপচয় ( Magnetic leakage ) :—যথা, প্রাইমারী কয়েল হেতু সমস্ত চৌম্বক বলরেখাগুলি হয়ত সেকেন্ডারীর মধ্যে দিয়া না বাইতে পারে। ইহা কয়েলগুলিকে ঠিকভাবে সাজাওলে কমান যায়—যথা, ভালভাবে ইনসুলেট করিয়া প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী তার ৫৭২-৫৮১ চিত্রগুলি অনুসারে জড়ান হয়।

**ফেজ ডিফারেন্স (Phase difference) :—**অলটারনেটিং

কারেন্টের সন্তাবন ও স্বীয় সন্তাবন গুণের বিষয় পূর্বেই উল্লেখ করা হইয়াছে। লৌহের উপর জড়ান একটি কয়েলের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত করাটলে স্বীয় সন্তাবন তীব্র ভাবে ঘটে। অলটারনেটিং

কারেন্টের পরিমাণ ও দিক যেমন পরিবর্তনশীল, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এরও পরিমাণ ও দিক পরিবর্তনশীল। সুতরাং অল্টারনেটিং কারেন্টের জায় স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তরঙ্গের জায় রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। তবে অল্টারনেটিং কারেন্ট যখন গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ (বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ) হয়, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তখন গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ হয় না বা কারেন্ট যখন শূন্যে পরিণত হয় স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ,



চিত্র—৫৮৩

তখন শূন্য হয় না। কারেন্টের গরিষ্ঠ, শূন্য ও লঘিষ্ঠ হওয়ার সহিত স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এর গরিষ্ঠ, শূন্য ও লঘিষ্ঠ হওয়ার মধ্যে কিছু সময় ব্যবধান থাকে, ইহাকে ফেজ 'ডিফারেন্স' বলে। এখন ফেজ ডিফারেন্সের কারণ দেখা যাউক।

৫৮৩ চিত্রে তরঙ্গের মত C C রেখাটি অল্টারনেটিং কারেন্ট নির্দেশ করিতেছে। প্রবাহের চৌম্বক রাজ্য প্রবাহের সহগামী অর্থাৎ প্রবাহ গরিষ্ঠ হইবার সঙ্গে সঙ্গে রাজ্যতেজ সর্বাপেক্ষা প্রখর হয়, প্রবাহ শূন্য হইবামাত্র রাজ্যতেজ নাশ হয় ও প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত রাজ্য বিপরীত হইয়া যায় এবং প্রবাহ লঘিষ্ঠ অর্থাৎ বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ হইবামাত্র রাজ্যতেজ বিপরীত দিকে সর্বাপেক্ষা গরিষ্ঠ হয়। স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, সম্ভাবক প্রবাহ (Primary Current) তেজ বা রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে না, রাজ্যতেজ পরিবর্তন-হারের উপর নির্ভর করে—ইহা রাজ্যতেজ পরিবর্তন হারের আনুপাতিক। এখন ৫৮৩ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে সম্ভাবক প্রবাহ C যখন গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ঠ, তখন কিয়ৎকালের নিমিত্ত C এর পরিমাণ প্রায় সমভাব থাকে, সুতরাং রাজ্যতেজের পরিবর্তন ঘটে না। অতএব এই অবস্থায় স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, শূন্য হয়। যখন C শূন্যে পরিণত হইয়া বিপরীত দিকগামী হয়, সেই সময় C এর পরিবর্তন হার সর্বাপেক্ষা অধিক, সুতরাং রাজ্যতেজেরও পরিবর্তন হার এই অবস্থায়

সর্কাপেক্ষা অধিক, অতএব স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এই সময় গরিষ্ঠ হয়। অতএব দৃষ্ট হইতেছে প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ট, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তখন শূন্য এবং প্রবাহ যখন শূন্য, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তখন গরিষ্ঠ ( একদিকে বা তাহার বিপরীত দিকে )। এই স্বীয়-সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এর দিক “লেজেস-ল” অনুসারে রাজ্য পরিবর্তনের বিপরীত ভাবে হয়—অর্থাৎ সম্ভাবক কারেন্ট বা রাজ্যতেজ হ্রাস হইবার সময় ই, এম, এফ, এক্রপ দিকে সম্ভাবিত হয় যে এই ই, এম, এফ, হেতু প্রবাহ দ্বারা রাজ্যতেজ যেন প্রথর হয় অর্থাৎ প্রাইমারী ই, এম, এফ, এর দিকে বা পজিটিভ হয়, এবং যখন সম্ভাবক প্রবাহ বা রাজ্যতেজ বৃদ্ধি পাইতে থাকে, তখন ই, এম, এফ, এক্রপ দিকে সম্ভাবিত হয় যে এই ই, এম, এফ, হেতু প্রবাহ দ্বারা যেন রাজ্যতেজ হ্রাস পায়, অর্থাৎ প্রাইমারী ই, এম, এফ, এর বিপরীত দিকে বা নেগেটিভ হয়। সুতরাং স্বীয়-সম্ভাবনের ই, এম, এফ, কে গ্রাফ কাগজে লিপিবদ্ধ করিলে ইহা তরঙ্গের দ্বারা ‘V’ রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে ( বিন্দুরেখা V V চিত্র ৫৮৩ ) এবং এই রেখা সম্ভাবক প্রবাহের একের চতুর্থাংশ ‘পিরিয়ড’ (Period) পরে আরম্ভ হয়। সুতরাং প্রবাহ গরিষ্ঠ, শূন্য বা লঘিষ্ট হইবার এক চতুর্থাংশ পিরিয়ড পরে স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, যথাক্রমে শূন্য বা লঘিষ্ট হয়।

পুরাপুরি একটি তরঙ্গের সময়কে পিরিয়ড বলে। প্রবাহ শূন্য হইতে আরম্ভ করিয়া গরিষ্ঠ হইয়া পুনরায় শূন্য হইয়া ( এইখানে অর্ধ-পিরিয়ড হইল ) লঘিষ্ট হইয়া অর্থাৎ বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ হইয়া পুনরায় শূন্য হইলে একটি সম্পূর্ণ তরঙ্গ হইল এবং এই সময়কে পিরিয়ড বলে।

দ্রষ্টব্য :—ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারী কয়েল উন্মুক্ত থাকিলে, সুতরাং উহা হইতে শক্তি গ্রহণ না করিলে অর্থাৎ উহা ভারবৃত্ত না হইলে উক্ত প্রকার ভাব ঘটে। কেবলমাত্র চুম্বক করণার্থে প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া যৎকিঞ্চিৎ প্রবাহ বহে এবং তাহা প্রযুক্ত স্কোল্টেক্সের এক চতুর্থাংশ পিরিয়ড পশ্চাতে যায়।

কন্টিনিউয়াস-কারেন্ট সার্কিটের শক্তি যেমন ‘ওয়াট, দ্বারা পরিমিত হয় ( ওয়াট = ভোল্ট  $\times$  অ্যাম্প ), অল্টারনেটিং কারেন্ট সার্কিটেরও শক্তি

ওয়াট দ্বারা পরিমিত হয়, তবে ইহাতে চাপ ও প্রবাহ উভয়ে পরিবর্তনশীল বলিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট সার্কিটের শক্তি বলিতে কোন নির্দিষ্ট শক্তিকে বুঝায় এবং তাহা তৎকালীন ভোল্টকে তৎকালীন 'আম্প' দিয়া গুণ করিলে পাওয়া যায়। পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে ফেজের এক-চতুর্থাংশ পিরিয়াড পার্থক্য হইলে ভোল্টেজ যখন গরিষ্ঠ, কারেন্ট তখন শূন্য ও কারেন্ট যখন গরিষ্ঠ, ভোল্টেজ তখন শূন্য, অতএব এই সকল সময়ে ওয়াট = ০। অতএব ফেজ ডিফারেন্স এক-চতুর্থাংশ পিরিয়াড হইলে সার্কিটে শক্তি (ওয়াট হিঃ) সর্বাপেক্ষা কম, ফেজ ডিফারেন্স যত অল্প হইবে শক্তি ততই অধিক হইবে, ফেজ ডিফারেন্স কিছুই না থাকিলে— অর্থাৎ গরিষ্ঠ ভোল্টেজের সময় গরিষ্ঠ কারেন্ট ও শূন্য ভোল্টেজের সময় শূন্য কারেন্ট হইলে—সর্বাপেক্ষা অধিক শক্তি পাওয়া যায়। ট্রান্সফর্মারের ভারহীন অবস্থায় যদি অনুমান করা যায় যে কেবলমাত্র চুম্বককরণার্থে যৎসামান্য প্রবাহ বহে, তাহা হইলে সার্কিটে তখন কিছুই শক্তি (ওয়াট) নাই। ভোল্টেজ হইতে সিকি-পিরিয়াড ব্যবহৃত চুম্বককর কারেন্টকে ওয়াট-হীন বা 'ওয়াটলেস' (Watt-less) কারেন্ট বলে। সুতরাং ভারহীন ট্রান্সফর্মারে 'ওয়াটলেস' কারেন্ট বহে। যে কারেন্টের ভোল্টেজ হইতে ফেজের ব্যবধান বা ডিফারেন্স নাই, সুতরাং যাহা হইতে সর্বাপেক্ষা অধিক শক্তি পাওয়া যায়, তাহাকে 'ওয়াট-কারেন্ট' বলে—'ওয়াট-কারেন্ট' 'ওয়াট-লেস' কারেন্টের ঠিক বিপরীত, কার্যকরী ভোল্টেজকে তৎকালীন আম্প দ্বারা গুণ করিলে পাওয়া যায় (স্বীয় সম্ভাবনহীন সার্কিটে ঠিক এইরূপ)।

আদৌ স্বীয় সম্ভাবন নাই এরূপ সার্কিট অনুমান ব্যতীত কার্যতঃ অসম্ভব, তবে হয়ত স্বীয় সম্ভাবন অতি অল্প—মোল্যাম্প বিশিষ্ট সার্কিট। ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারী কয়েলের সহিত কতকগুলি 'মোল্যাম্প' সংযুক্ত হইলে প্রায় কেবলমাত্র ওয়াট কারেন্ট সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। প্রাইমারী কয়েলে চুম্বককর ওয়াটলেস কারেন্ট (যাহা সেকেন্ডারী

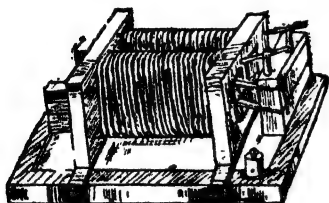


কয়েলের উন্মুক্ত অবস্থায় বহিতেছিল) ব্যতীত এই ওয়াট কারেন্টও বহিবে, অতএব এই প্রবাহদ্বয়ের সমষ্টি প্রবাহ ভোল্টেজের সহিত একই ফেজে নাই, অথবা উহাদের ফেজের ব্যবধান 'সিকি পিরিয়াডও' নহে। সেকেন্ডারী যত অধিক ভারযুক্ত হইবে, অর্থাৎ উহা হইতে যত অধিক 'ওয়াটকারেন্ট' লওয়া যাইবে, ফেজের ব্যবধান ততই অল্প হইবে। পূর্ণমাত্রায় ভারযুক্ত ট্রান্সফর্মারের ওয়াট কারেন্টের সহিত তুলনায় যৎসামান্য চুষককর 'ওয়াট-হীন কারেন্টকে' অগ্রাহ্য করা চলে ও এরূপ অবস্থায় দৃষ্ট হইবে ফেজ-ডিফারেন্স নাই। সুতরাং পূর্ণমাত্রায় ভারযুক্ত ট্রান্সফর্মার হইতে  $২২০$  ভোল্ট চাপে  $১০০$  আম্প প্রবাহ লইলে উহা হইতে 'প্রাপ্তব্য শক্তি'  $= ২২০ \times ১০০ = ২২$  'কিলো-ওয়াট।'

দ্রষ্টব্য :—এধাবৎ কাল বলা হইয়াছে যে ভারহীন ট্রান্সফর্মারে কেবল-মাত্র 'ওয়াটহীন' কারেন্ট অর্থাৎ সিকি-পিরিয়াড ফেজ ডিফারেন্স বিশিষ্ট কারেন্ট বহে। ইহার সত্যতা আনুমানিক। বস্তুতঃ ট্রান্সফর্মার ভারহীন হইলেও অর্থাৎ উহার সেকেন্ডারী কয়েল উন্মুক্ত থাকিলেও কেবল মাত্র যে সিকিপিরিয়াড ফেজ ডিফারেন্স বিশিষ্ট ওয়াটলেস কারেন্ট প্রাইমারী কয়েলে বহে তাহা নহে, সেকেন্ডারী কারেন্ট উৎপন্ন হয় এবং তাহা লৌহ চাকতিগুলিতে বহে, যেহেতু প্রত্যেক চাকতি নিজেই সম্পূর্ণ ধাতব পথ—এই প্রবাহকে গাত্র প্রবাহ বা 'এডি-কারেন্ট' বলে এবং চাকতিগুলি যতই পাতলা ও বাধাদায়ক হউক না কেন, কিছু না কিছু এডি কারেন্ট হয়ই হয়। সেকেন্ডারী কয়েলের সম্পূর্ণ সার্কিট অবস্থায় উহার মধ্যে বহমান প্রবাহ হেতু প্রাইমারী কয়েলে ঘেরূপ ফল হয়, এই 'এডি-কারেন্ট-গুলির দরুণও সেইরূপ ফল প্রাইমারী কয়েলে হয় অর্থাৎ যেহেতু সেকেন্ডারী কয়েলে প্রবাহ বহার দরুণ প্রাইমারী কয়েলে ওয়াট কারেন্ট প্রবেশ করে, এই 'এডি-কারেন্ট'গুলির দরুণও প্রাইমারী কয়েলে 'ওয়াট-কারেন্ট' বহে। অতএব দেখা যাইতেছে ট্রান্সফর্মার ভারবিহীন হইলেও উহার

প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে দিয়া কিছু পরিমাণ 'ওয়াট কারেন্ট' বহে। লৌহময় অংশাবলীতে যে পরিমাণ উত্তাপশক্তি এডিকারেন্ট হেতু উৎপন্ন হয়, সকল অবস্থায় ট্রান্সফর্মারের মধ্যে সেই পরিমাণ শক্তি ব্যয় হয়। সুতরাং ভারহীন ট্রান্সফর্মারের কারেন্ট ও ভোল্টেজের মধ্যে 'ফেজ-ডিকারেন্স সর্বদাই সিকি-পিরিয়াদের কম, এবং উহা মধ্যে ব্যয়িত ওয়াট, ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফল অপেক্ষা কম হইলেও, শূন্য অপেক্ষা অধিক।

**চোকিং কয়েল (Choking Coil) :**—যদি কোন অন্টার-



চিত্র—৫৮৪

নেটিং কারেন্ট সার্কিটে অল্প কার্যকরী শক্তি প্রয়োজন হয় ও (অন্টারনেটিং কারেন্ট) ডায়নামো হইতে অধিক শক্তি প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে উৎকৃষ্ট শক্তির বৃথা অপব্যয় এই অব-

স্থান দ্বারা রূপ করা হয়। ইহা অনেকটা ক্ষুদ্র ট্রান্সফর্মারের স্থায়। তবে ট্রান্সফর্মারে লৌহখণ্ডের উপর দুইটি কয়েল পরিবেষ্টিত থাকে, ইহাতে কেবলমাত্র একটি কয়েল পরিবেষ্টিত থাকে। যদি মাত্র একটি ৫০ ভোল্ট অন্টারনেটিং কারেন্ট আর্ক ল্যাম্প ২২০ ভোল্ট বিশিষ্ট লাইনে সংযুক্ত করিতে হয়, তাহা হইলে বাকী ১৭০ ভোল্টের প্রচণ্ড উপযুক্ত বাধাকে ল্যাম্পের সহিত সিরিজে ব্যবহার করিতে হইবে। এখন যদি উক্ত ল্যাম্পে ১০ অ্যাম্প প্রবাহ প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে ল্যাম্পটির দ্বারা  $৫০ \times ১০ = ৫০০$  ওয়াট শক্তি গৃহীত হয়, এবং সিরিজ বাধায়  $১৭০ \times ১০ = ১৭০০$  ওয়াট শক্তি বৃথা ব্যয়িত হয় ও ডায়নামোকে  $২২০ \times ১০ = ২২০০$  ওয়াট শক্তি সরবরাহ করিতে হয়। কিন্তু যদি সিরিজ বাধাটির পরিবর্তে চোকিং-কয়েল ব্যবহৃত হয়, তাহা হইলে ইহার দ্বারা স্বীয় সম্ভাবন হেতু অপব্যয়িত দিকে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হইয়া কারেন্ট ও ভোল্টেজের

মধ্যে প্রচুর ফেজ-ডিকারেন্স আনয়ন করে। এখানে কারেন্ট ১০ আম্পাই হইবে এবং ল্যাম্প ও চোকে কয়েল একত্রে ২২০ ভোল্ট চাপ পাইবে, কিন্তু গৃহীত শক্তি ২২০০ ওয়াট অপেক্ষা অনেক অল্প হইবে; ইহা আর্ক ল্যাম্পে যে ৫০০ ওয়াট প্রয়োজন হয় তদপেক্ষা বিশেষ অধিক হইবে না।

**অলটারনেটিং কারেন্টের প্রবাহ বেগ ও ভোল্টেজ পরিমাপঃ**—অলটারনেটিং কারেন্ট পর্যায়ক্রমে দুই বিপরীত দিকে বহিতে থাকে, সুতরাং একদিকের প্রবাহকে + ধরিলে অপর দিকের প্রবাহ — হইবে এবং এই প্রবাহ বেগ দুই সম + ও— পরিমাণের মধ্যে স্পন্দিত হয়। প্রবাহ বেগের স্পন্দনের কারণ ভোল্টেজের ঐরূপ দুই সম বিপরীত পরিমাণের মধ্যে স্পন্দন। প্রবাহ বেগ প্রবাহের ফল দ্বারা পরিমিত হয়। যেমন তাপন ফল বা চুম্বক ফল। অলটারনেটিং কারেন্টের ১ আম্প বলিলে বুঝিতে হইবে ইহারদ্বারা আম্প বস্ত্র কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ত্রায় উত্তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং ‘হট অয়র’ কন্টিনিউয়াস ও অলটারনেটিং উভয় কারেন্টের জন্য ব্যবহার হইতে পারে। দৃষ্ট হয় অলটারনেটিং কারেন্টের গরিষ্ঠ পরিমাণ ঐ ‘একক’ পরিমাণের ১.৪১ গুণ বা এই ‘একক’ পরিমাণ গরিষ্ঠ পরিমাণের .৭০৭ অংশ। উক্ত একক দ্বারা পরিমিত অলটারনেটিং কারেন্টের পরিমাণকে ‘কার্যকরী পরিমাণ’ (Effective বা virtual current) বলে। ঠিক সেইরূপ অলটারনেটিং কারেন্টের কার্যকরী ভোল্টেজ বলিলে বুঝিতে হইবে যে, কন্টিনিউয়াস কারেন্টের যে ভোল্টেজ কোন নির্দিষ্ট বাধায় (ওম) প্রযুক্ত হইলে যে রূপ উত্তাপ উৎপন্ন হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের এই ভোল্টেজ দ্বারাও ঐ বাধায় সেইরূপ উত্তাপ উৎপন্ন হয়। এই সংজ্ঞা মতে পরিমিত অলটারনেটিং কারেন্টের ভোল্টেজকে কার্যকরী (Effective বা virtual) ভোল্টেজ বলে, এবং ইহা পূর্বের ন্যায় গরিষ্ঠ ভোল্টেজের .৭০৭ অংশ বা গরিষ্ঠ ভোল্টেজ কার্যকরী ভোল্টেজের ১.৪১ গুণ।

সুতরাং কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ২২০ ভোল্টের উপযোগী বাতির নিমিত্ত অলটারনেটিং কারেন্টের প্রায় ৩১০ গরিষ্ঠ ভোল্টেজ ( দেড়গুণ ) প্রয়োজন ।

**ওয়াটমিটার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর (Watt-meter and Power Factor):**—অলটারনেটিং কারেন্ট সার্কিটে শক্তি বা ওয়াট মাপিতে হইলে কেবলমাত্র ‘এফেকটিভ’ ভোল্টেজ ও ‘এফেকটিভ’ কারেন্ট অবগত হইলে চলিবে না, এরূপ যন্ত্র ব্যবহার করিতে হইবে যাহাতে যে কোন সময়ের ভোল্টেজ ও তৎকালীন প্রবাহ দর্শিত হয় অর্থাৎ তৎকালীন ওয়াট পরিমিত হয় । এই নিমিত্ত ৪৪৬ চিত্রের ন্যায় ওয়াটমিটার নামক যন্ত্রটি ব্যবহার করা যাইতে পারে, কেবলমাত্র ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে ফেজের পার্থক্য রদ করিবার জন্য স্থির কয়েলটি ( কারেন্ট কয়েল, যাহার মধ্য দিয়া আমমিটারের ন্যায় মেনের সমস্ত প্রবাহ প্রবাহিত হয় ) মোটা তারের অল্প সংখ্যক পাক বিশিষ্ট এবং ঘূর্ণনক্ষম কয়েলটি ( প্রেসার কয়েল, যাহাতে ভোল্টমিটারের ন্যায় মেনের সমস্ত ভোল্টেজ প্রযুক্ত হয় ) সরু তারের অল্প সংখ্যক পাক বিশিষ্ট এবং ভোল্টমিটারের ন্যায় ইহার সহিত বাধাদায়ক নন ইণ্ডাকটিভ কয়েল সিরিজে যুক্ত থাকে (চিত্র ২১৪) ।

**দ্রষ্টব্য :**—ঘূর্ণনক্ষম অর্থাৎ প্রেসার কয়েলটি স্থির এবং কারেন্ট কয়েলের আড়াআড়ি দিকে থাকে অর্থাৎ তাহার পরস্পরের সহিত ৯০° ‘কোণ’ করে । ঘুরিয়া গেলে কয়েল-দ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ বল কমিয়া যায়, সুতরাং ঘূর্ণনক্ষম কয়েলকে ঘুরাইয়া পূর্বস্থানে ( স্থির কয়েলের সহিত সমকোণে ) রাখা প্রয়োজন । এই নিমিত্ত উপরের ডায়ালটির উপর মাঝখানে একটি ছোট ‘মিল্ড-হেড’ (milled head, টাকার স্থার ধারে কিরকিরে কাটা চাকতি ) প্রিংএর সহিত আবদ্ধ থাকে এবং এই ঘূর্ণন হেতু ‘টর্সান’ দ্বারা নিক্ষেপণ বল পরিমিত হয় বলিয়া ঘূর্ণন মাপিবার জন্য উহার সহিত একটি কাঁটা থাকে । কাঁটাটি ডায়ালটির উপর ঘুরে এবং ডায়ালটি সচরাচর ডিগ্রীতে (°) বিভক্ত থাকে । যন্ত্রটিকে: কন্টিনিউয়াস কারেন্ট সাহায্যে দাগিয়া বা ‘ক্যালিব্রেট’ (calibrate) করিয়া লইতে হয়, যথা কারেন্ট কয়েলে ১০০ অ্যাম্প প্রবাহ দিয়া সিরিজে সংযুক্ত বাধা কয়েলসহ প্রেসার কয়েলে ১৭০ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত করিয়া দেখিতে হয় ঘূর্ণিত প্রেসার কয়েলকে পূর্বস্থানে আনিতে মিল্ড হেডকে কত ডিগ্রী ঘুরাইতে হয় ( ইহা ঐ কাঁটা ও ডিগ্রীতে বিভক্ত ডায়ালটির সাহায্যে হয় ) ধরা যাউক যদি ২০° ঘুরাইতে হয়, তাহা হইলে ২০° হেতু টর্সান দ্বারা  $১০ \times ১০০ = ১০০০$  ওয়াট পরিমিত হইতেছে—সুতরাং প্রতি ডিগ্রী টর্সান দ্বারা ৫০ ওয়াট বুঝায় ।

এই যন্ত্রে কোন সময় ঘূর্ণনক্ষম কয়েলটি স্থির কয়েল দ্বারা যে বলে আকর্ষিত বা নিক্ষিপ্ত হয় তাহা তৎকালীন যুগপৎ ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফলের উপর নির্ভর করে, সুতরাং ইহা দ্বারা তৎকালীন শক্তি (ওয়াট) সঠিক পরিমিত হয়, যথা, ভোল্টেজ ও কারেন্ট যদি একই ফেজে থাকে অর্থাৎ উহাদের মধ্যে যদি ফেজের ব্যবধান না থাকে (যেমন একটি গ্লো-ল্যাম্পের সহিত সংযুক্ত করিলে প্রায় এইরূপ অবস্থা প্রাপ্ত হওয়া যায়) তাহা হইলে উক্ত ওয়াটমিটার দ্বারা দর্শিত ওয়াট পরিমাণ হট-অম্মার আমমিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমিত আম্পায়ারেজ ও ভোল্টেজের গুণফলের সহিত প্রায় মিলিয়া যায়। যথা, আমমিটারে ২ আম্প ও ভোল্টমিটারে ৫০০ ভোল্ট দর্শিত হইলে ওয়াট মিটারে প্রায় ১০০ ওয়াট দর্শিত হয়। কিন্তু যদি সিকি পিরিয়াড ফেজের ব্যবধান হয় তাহা হইলে আমমিটারে ২ আম্প ও ভোল্টমিটারে ১০০ ভোল্ট দর্শিত হইবে বটে, কিন্তু ওয়াটমিটারে ০ ওয়াট দর্শিত হইবে। আম্প  $\times$  ভোল্টকে এপারেণ্ট ওয়াট ( Apparent watt) বলে এবং ওয়াট মিটার দ্বারা দর্শিত ওয়াট পরিমাণকে 'রীয়েল' বা 'এফেকটিভ' ওয়াট (Real or effective watt) বলে। এপারেণ্ট ওয়াটের সহিত এফেকটিভ ওয়াটের সম্বন্ধ হইতে ফেজের

ব্যবধান হিসাব করিয়া লওয়া যাইতে পারে।  $\frac{\text{এফেকটিভ ওয়াট}}{\text{এপারেণ্ট ওয়াট}}$  এই

ভগ্নাংশকে 'পাওয়ার ফ্যাক্টর' ( Power factor ) বলে এবং ইহা ফেজ ব্যবধান কোণের 'কোসাইনের' (Cosine) সহিত সমান। এই 'কোণকে

যদি  $\alpha$  ধরা যায় তাহা হইলে—পাওয়ার ফ্যাক্টর =  $\frac{\text{এফেকটিভ ওয়াট}}{\text{এপারেণ্ট ওয়াট}} = \cos$

$\alpha$  সম্ভাবন বা ইণ্ডাকসান হীন পথে ফেজ ব্যবধান ০°, সুতরাং পাওয়ার ফ্যাক্টর =  $\cos 0 = 1$ , আর যে পথে ইণ্ডাকসান ঘটে তাহাতে পাওয়ার ফ্যাক্টর একের কম হয়, ফেজ ডিকারেঞ্জ 'সিকি পিরিয়াড' বা ৯০° হইলে

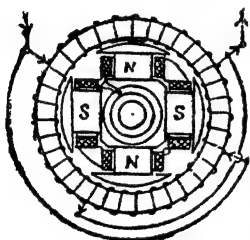
পাওয়ার ফ্যাক্টর  $= \cos 90^\circ = 0$ । অতএব পাওয়ার ফ্যাক্টর জানা থাকিলে ওয়াট মিটার ব্যতীরেকেও শক্তি বা ওয়াট পরিমিত হয়।

রীয়েল ওয়াট = এপারেন্ট ওয়াট + পাওয়ার ফ্যাক্টর। কেজ-মিটার নামক যন্ত্র দ্বারা সোজাহুজি পাওয়ার ফ্যাক্টর মাপা যাইতে পারে, কিন্তু ইহা প্রায় ব্যবহার হয় না। উপরে যে 'ওয়াট মিটার' বর্ণিত হইল তদ্বারা একেবারেই ওয়াট পরিমিত হয়।

**অল্টারনেটর (Alternator)** বা অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদক :—অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদন পদ্ধতি পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে। তথায় দৃষ্ট হইবে যে, কয়েলের শেষভাগদ্বয়কে দুইটি স্লিপ-রিং (Slip ring) এর সহিত সংযুক্ত রাখিতে হয়। ঐ স্লিপ-রিংদ্বয় হইতে কার্বনব্রুশ দ্বারা বাহিরে 'প্রবাহ সরবরাহ হয়। ইহাতে কমিউটেটরের স্থায় কোন অবলম্বন প্রয়োজন হয় না। অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদক যন্ত্রগুলির মধ্যে কাহারও স্থির চুম্বক রাজ্যে কয়েল সমেত আমে'চার ঘুরে, আবার কোন কোন স্থলে কয়েল সমেত আমে'চার স্থির থাকে, রাজ্যের চুম্বক ঘুরে। যে অংশটি ঘুরে তাহাকে 'রোটর' (Rotor) বলে ও যে অংশটি স্থির থাকে তাহাকে 'স্টেটর' (Stator) বলে। সুতরাং এই যন্ত্রসকল দুই প্রকারের হইতে পারে। ফিল্ড স্টেটর, আমে'চার রোটর, বা ফিল্ড রোটর, আমে'চার স্টেটর। রোটারী (Rotary) অর্থাৎ আবর্তনকারী অংশটি স্টেটর বা স্থির অংশের অন্তর্ভাগবত্তী হয়। সুতরাং স্টেটর আমে'চার (বা রোটারী ফিল্ড) বিশিষ্ট যন্ত্রের সুবিধা এই যে আমে'চারকে খুব বৃহদাকৃতি করা যায়; অতএব উহাতে প্রচুর কয়েল ব্যবহৃত হইতে পারে। কয়েল সংখ্যা প্রচুর বলিয়া অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যাইবে এবং আমে'চারের স্থিরাবস্থা হেতু প্রবাহ বাহিরে সরবরাহের নিমিত্ত স্লিপ-রিং ও ব্রুশের প্রয়োজন হয় না; কয়েলের দুইমুখকে দুইটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত রাখিয়া ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয় হইতে তারদ্বারা শক্তি সরবরাহ হইতে পারে, সুতরাং আমে'চার ও তৎসংশ্লিষ্ট অংশাবলীর ইনসুলেশানের কার্যাদি অতীব অনায়াস সাধ্য হয়।

অল্টারনেটোরের রাজ্য চুম্বক ডাইরেক্ট কারেন্ট দ্বারা উত্তেজিত হয় এবং ঐ উত্তেজনা (excitation) তিন প্রকারে সাধিত হয়, (১) অল্টারনেটোরের নিজের মধ্যে উৎপাদিত শক্তি দ্বারা (কমিউটেটর সাহায্যে অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করিয়া), (২ ও ৩) অপর কোন স্থান হইতে প্রবাহ লইয়া, যথা, (২) অল্টারনেটোরের সহিত একই সার্কটে চালিত একটি ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোর প্রবাহ দ্বারা (৩) বাহির হইতে কোন প্রবাহ দ্বারা।

অল্টারনেটোরের মধ্যে উৎপন্ন অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা রাজ্যচুম্বককে উত্তেজিত করিতে হইলে ঐ কারেন্টকে ডাইরেক্ট করিয়া লইতে হয়। এই নিমিত্ত কমিউটেটর ব্যবহৃত হয়। এই কমিউটেটরকে সুবিধামত

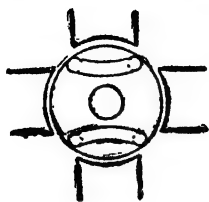


চিত্র—৫৮৫

সচরাচর শ্লিপ-রিংএর বিপরীত দিকে স্থাপিত করিতে হয়। এই প্রকার কলকে ডবল-কারেন্ট অল্টারনেটর বলে। রোটরী ফিল্ড যন্ত্রে ফিল্ড কয়েলের জগ্ন শ্লিপ-রিং ব্যবহার করা প্রয়োজন হয়। রোটরী ফিল্ড রিং আমেরচার যন্ত্র ৫৮৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

রিং আমেরচার অপেক্ষা ড্রাম আমেরচারের প্রস্তুত প্রকরণ সহজ বলিয়া ইহাই অধিকাংশ স্থলে ব্যবহৃত হয়। ড্রামআমেরচারের তার জড়াইবার পদ্ধতি ডাইরেক্ট কারেন্ট হইতে কিছু বিভিন্ন, যথা—যদি ২০০ ফাঁস থাকে, ডাইরেক্ট কারেন্ট ড্রাম আমেরচারে ঐ ২০০ ফাঁসকে সমভাবে চতুর্দিকে বিছাইয়া দেওয়া হয়, অল্টারনেটিং কারেন্ট ড্রাম আমেরচারের বেলায় ঐ ২০০ ফাঁসকে একই স্থানে জড়ান হয়। ইহাতে ফল ভাল পাওয়া যায়, কারণ যে কোন সময় প্রত্যেক তারের ফেজ সমান, অর্থাৎ ভোল্টেজ যখন শূন্য হয় তখন সকল তারেই উহা শূন্য হয় এবং ভোল্টেজ যখন গরিষ্ঠ

হয় তখন সকল তারেই উহা গরিষ্ঠ হয়। এই প্রকার তার জড়াইবার



চিত্র—৫৮৬

পদ্ধতি ৫৮৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে পোল প্রতি মাত্র একটি করিয়া খাঁজ আমে'চারে প্রয়োজন। অবশ্য পোল প্রতি দুইটি বা ততোধিক করিয়া খাঁজ থাকিতে পারে, কিন্তু একরূপ স্থলে তার একরূপভাবে জড়াইতে হইবে যেন তাহারা আমে'চারে একই দিকে চুম্বক

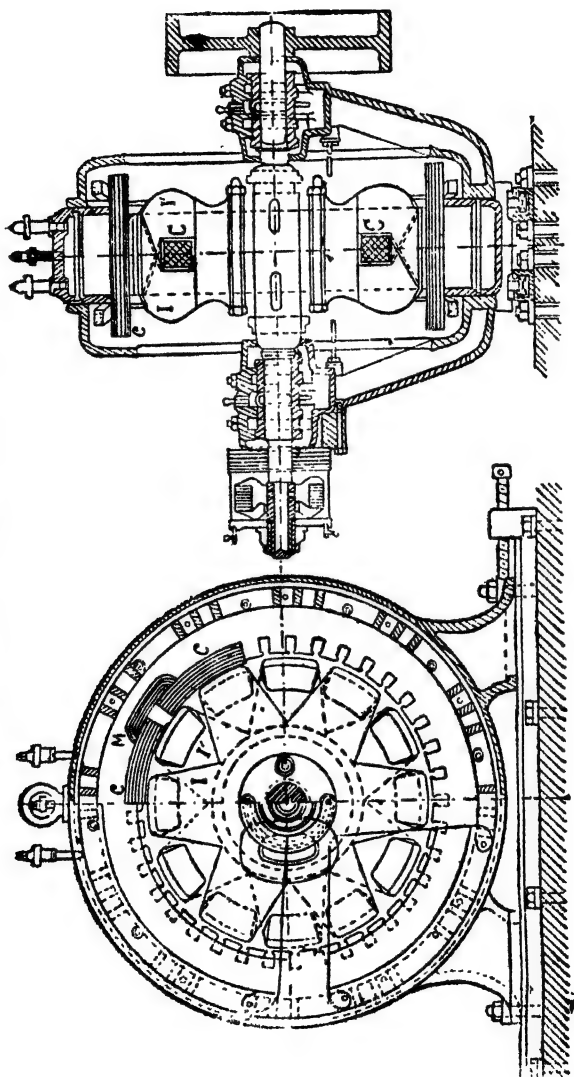
মেরু সৃজন করে, অর্থাৎ কয়েলগুলি যেন সমান্তরাল হয়। ইহা ৫৮৬ চিত্র দেখিলেই সহজে বুঝিতে পারা যাইবে। এই চিত্রে ৪ পোল যন্ত্রের চারিটি খাঁজ বিশিষ্ট আমে'চার দর্শিত হইয়াছে। এই চারিটি খাঁজে দুইটি কয়েল সমান্তরাল ভাবে আছে।

রোটারী ফিল্ড যন্ত্রে ঘূর্ণায়মান ফিল্ড কয়েলগুলিকে দৃঢ় করিবার নিমিত্ত মোটা তার ব্যবহার করিতে হয়। মোটা তারের বাধা অল্প, সুতরাং অল্প ভোল্টেজেই অধিক প্রবাহ দেয়, এবং তার মোটা বলিয়া পাকসংখ্যা যদিও অল্প, অধিক প্রবাহ দ্বারা প্রয়োজন মত উত্তেজক অ্যাম্প-পাক (ampere turn) পাওয়া যায়। সচরাচর ১১০ ভোল্টের অধিক ভোল্টেজ প্রয়োজন হয় না, সুতরাং স্লিপ-রিং প্রভৃতির ইনসুলেশান কার্য্য অনায়াস সাধ্য। অল্টারনেটিং কারেন্ট যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজগুলি ডাইরেক্ট কারেন্ট যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজ অপেক্ষা প্রশস্ত এবং হাই-টেনসান অর্থাৎ অধিক ভোল্টেজ উৎপাদক যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজের মধ্যে অপরিচালক পদার্থের নল থাকে, ঐ নলের মধ্য দিয়া তার যায়।

৫৮৭ চিত্রে একটি অন্টারনেটারের ছেদ চিত্র দর্শিত হইয়াছে। ইহার ফিল্ড রোটারী (আমে'চার স্থির)। ইহাতে C (স্থির আমে'চারের) কয়েল বাহাতে অন্টারনেটিং প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, M আমে'চারের গ্যামিনেটেড লৌহপাত সমষ্টি—ইহার দুই শেষ ভাগ পর পর দুইটি কয়েলে প্রবিষ্ট এবং প্রত্যেক কয়েলের মধ্যে এইরূপ দুইটি করিয়া শেভা আছে। I ও I' রোটারী (আবর্তনশীল) রাজ্য চুম্বক—ইহা দুইটি দম্ভচক্রাকার



অষ্টারনেভিৎ ক্যাপসিট জেনারেটর।



৬৭১—৬৭২

লৌহে প্রস্তুত। ঐ দস্তগুলির শেষভাগ হকের মত বাঁকান এবং চক্রদ্বয় এরূপভাবে আবদ্ধ যে একটির দস্তদ্বয়ের ব্যবধানে অপরটির দস্ত, যথা I একটির দস্ত, I' অপরটির দস্ত। রাজ্য চুম্বকের উত্তেজক করলে C উক্ত চক্রদস্তদ্বয়ের মধ্যে স্থাপিত এবং যেহেতু দস্তচক্রদ্বয় একটি লৌহ মেরু দ্বারা আবদ্ধ, একটি চক্রে দস্তগুলি S মেরু ও অপরটির দস্তগুলি N মেরু হয়, এবং যেহেতু একটি চক্রের একটি দস্তের পর তৎপরবর্তী চক্রের একটি দস্ত আছে, রাজ্য চুম্বকের মেরুগুলি একটি N অপরবর্তী S, এই ভাবে সজ্জিত হইতেছে। এইরূপ যন্ত্রকে অল্টারনেটিং পোল টাইপ বলে। রাজ্য চুম্বকের উত্তেজক করলে C দস্তচক্রদ্বয় সহ আবর্তনশীল, হুতরাং স্লিপ-রিং দ্বারা উহাতে প্রবাহ প্রযুক্ত হয়।

দুইটি অল্টারনেটোরের প্যারালাল সংযোগ ও সিংক্রনাইজার (Synchroniser) :—দুইটি অল্টারনেটরকে, প্যারালালে সংযুক্ত কর্তিনিউয়াস কারেন্ট ডায়নামোমিটারের মত, কেবলমাত্র উহাদিগকে যে সম ভোল্টেজে আনিলেই চলিবে তাহা নহে, ভোল্টেজ সমান করা ব্যতীত উহাদের ঘূর্ণন গতি সমান করিয়া একই ফেজে সংযুক্ত করিতে হয়। ঘূর্ণন গতি সমান করিয়া একই ফেজে সংযুক্ত করাকে 'মিল করা' বা সিংক্রনাইজ (Synchronise) করা বলে। স্পীডো-মিটার বা ট্যাকোমিটার প্রভৃতি নামক ঘূর্ণনগতি পরিমাপক যন্ত্রের দ্বারা ঘূর্ণনগতি পরিমিত হইতে পারে বটে, কিন্তু সিংক্রনাইজ করণার্থে ঘূর্ণনগতির এরূপ সঠিক পরিমাপ প্রয়োজন যে তাহা উক্ত যন্ত্র দ্বারা সাধিত হইতে পারে না। এই উদ্দেশ্যে অল্পায়াসে ঘূর্ণনগতি অতি সঠিক পরিমাপ করিতে সাধিত হয় তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল। অল্টারনেটর দুইটির যে ভোল্টেজ সেই ভোল্টেজের দুইটি ল্যাম্প দ্বারা উহাদিগকে আড়াআড়ি ভাবে সংযুক্ত করিতে হইবে, অর্থাৎ একটির পজিটিভ অপরটির নেগেটিভ টার্মিনালের সহিত একটি আলোক দ্বারা সংযুক্ত করিতে হইবে। এবং একটি ডবল পোল সুইচকে “অফ” (off) বা উন্মুক্ত রাখিয়া যন্ত্রদ্বয়কে চালাইতে হইবে। যদি তাহাদের ভোল্টেজ পরস্পরের বিপরীত হয় তাহা হইলে কোন আলোকই জ্বলিবে না, আর যদি ভোল্টেজ একই দিকে হয়, তাহা হইলে (১) যন্ত্রদ্বয়ের মধ্যে ফেজের পার্থক্য থাকিলে ল্যাম্প

ক্ষীণভাবে জ্বলিবে, ফেজপার্থক্য যত অল্প হইবে, ল্যাম্প তত উজ্জ্বল জ্বলিবে, এবং যখন যন্ত্রদ্বয়ের কোনরূপ ফেজ পার্থক্য থাকিবে না, তখন ল্যাম্পদ্বয় পূর্ণ জ্যোতিঃতে জ্বালিবে। এই সময় ডবলপোল সুইচ দ্বারা যন্ত্রদ্বয়কে (প্যারালল ভাবে) সংযুক্ত করিতে হইবে। অল্প ভোল্টেজের যন্ত্র হইলে একের (+) টার্মিনাল অপরের (-) টার্মিনালের সহিত একটি ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয়, অপেক্ষাকৃত অধিক ভোল্টেজের যন্ত্র হইলে অবস্থানুসারে সিরিজে সংযুক্ত একাধিক ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয় এবং অত্যধিক ভোল্টেজ বা 'হাইটেনশান' বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে ট্রান্সফর্মার দ্বারা প্রত্যেকের ভোল্টেজ অবনত করিয়া ঐ অবনত ভোল্টেজ ল্যাম্পে প্রযুক্ত করা হয়।

### অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর।

**সিংক্রনাস মোটর :—**কন্টিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় দেখা গিয়াছে জেনারেটরকে মোটরভাবে ব্যবহার করা যায়। এখন দেখা যাইক অল্টারনেটরকে অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর ভাবে ব্যবহার করা যায় কি না। যদি অল্টারনেটরের স্থির আমেচারের তারগুলিতে শ্লিপ রিং দ্বারা প্রবাহ প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে ঐ তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ যেমনই বহিবে, আমেচার ঘুরিবার উদ্যোগ করিবে, কিন্তু প্রত্যেক স্থির বস্তুর গতিশীল হইতে কিছু সময় আবশ্যক হয়। সুতরাং আমেচার ঘুরিবার পূর্বেই প্রবাহের দিক বিপরীত হইয়া যায় ও উহা বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রয়াস পায়। আমেচার ঘুরিতে অক্ষম হয়, কেবল কাঁপিতে থাকে।

যদি একটি এরূপ ঘূর্ণায়মান আমেচার লওয়া যায় যে প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত আমেচারের তার ঘুরিয়া গিয়া বিপরীত পোলের অধীন হয়, তাহা হইলে আমেচার একই দিকে অধিকতর গতিতে ঘুরিবে। এইরূপ মোটরকে সিংক্রনাস-মোটর বলে। সিংক্রনাস মোটরকে গোড়ার মুখে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট দ্বারা বা অন্য কোন উপায়ে স্পন্দন সংখ্যার সমরূপ গতিতে ঘূর্ণায়মান করিয়া তবে অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালান

হয়। যথা, স্পন্দন সংখ্যা মিনিটে ৮০০০ হইলে দ্বি-মেরু যন্ত্রে মিনিটে ৪০০০ বা ৮-মেরু যন্ত্রে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরিতেছে, এরূপ অবস্থায় আমেরিকাকে আনিয়া ৮০০০ স্পন্দনবিশিষ্ট ঐ অল্টারনেটিং কারেন্ট উহাতে প্রযুক্ত হয়।

সিংক্রনাস-মোটরের সুবিধা, উহা প্রায় একভাব গতিতে চলে এবং ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে ক্ষেত্রের পার্থক্য থাকে না, কিন্তু প্রধান অসুবিধা এই যে, কোন কারণে, যথা—গুরুত্বার হেতু—যদি উহার গতি কমিয়া যায় তাহা হইলে উহা থামিয়য়া যাইবে, কারণ যেরূপ প্রবাহকালে উহার তার যে মেরুর অধীন থাকা উচিত, গতি হ্রাস হেতু তাহার বিপরীত মেরুর অধীন থাকিলেই বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রয়াস পাইবে—সুতরাং মোটর থামিয়া যাইবে। এইজন্য ইহা কলকারখানায় সাক্ষট প্রভৃতি চালান কার্যের অনুপযুক্ত।

**মোটর-জেনারেটার ও কনভার্টার :—** দূরবর্তী স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে অল্টারনেটিং কারেন্টই সুবিধাজনক, কিন্তু এই প্রকার কারেন্টের অসুবিধা এই যে; আকুমুলেটর চার্জ করা প্রভৃতি কার্য উহার দ্বারা সাধিত হইতে পারে না। এই নিমিত্ত সচরাচর নিম্নলিখিত পদ্ধতি অবলম্বিত হয়। সেন্ট্রাল স্টেশনে বা পাওয়ার হাউসে (যেখানে বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদিত হয়) অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদিত হইয়া সাব-স্টেশনে বা ডিস্ট্রিবিউটিং স্টেশনে (যাহা সরবরাহের পল্লীগুলির মধ্যে কতকগুলি সন্নিকটস্থ তদধীন পল্লীগুলিতে শক্তি সরবরাহ করে) সরবরাহ হয়। এই ডিস্ট্রিবিউটিং স্টেশন গুলিতে অল্টারনেটিং কারেন্ট, উপযুক্ত ভোল্টেজের কন্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত হইয়া আকুমুলেটার চার্জ করে ও তদধীন পল্লীগুলিতে সরবরাহ করে। যখন চাহিদা অত্যন্ত অল্প হয় তখন কেবলমাত্র আকুমুলেটার হইতে ঐ অল্প শক্তি সরবরাহ হয়, সেন্ট্রাল-স্টেশনের ও সাব-স্টেশনের যন্ত্র সকল বন্ধ থাকে। আবার অল্প কালের জন্য চাহিদা অত্যধিক হইলে সাব-স্টেশনে

কণ্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত সেন্ট্রাল স্টেশনের শক্তির সহিত আকুমুলেটর হইতে শক্তি যোগদান করে।

সাব-স্টেশনে অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করিববার নিমিত্ত দুইপ্রকার যন্ত্র ব্যবহার হয়, (১) মোটর-জেনারেটর—ইহাতে দুইটি যন্ত্র থাকে, একটি অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর ও তৎসংযুক্ত একটি কণ্টিনিউয়াস কারেন্ট ডায়নামো, (২) রোটারী-কনভার্টার—ইহা একটি যন্ত্র, ইহার আমেচার সূর্ণনশীল এবং ঐ আমেচারের একদিকে প্লিপ-রিং ও অপরদিকে কমিউটেটর থাকে। উভয়বিধ অবলম্বনে সিংক্রনাস-মোটর ব্যবহার করা যাইতে পারে, ব্যাটারির প্রবাহ দ্বারা মোটরের আদিম গতি উৎপাদিত হয়।

মোটর-জেনারেটরের বেলায়, ব্যাটারি হইতে প্রবাহ ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোতে প্রযুক্ত হয়, ডায়নামো তখন মোটর ভাবে চালিত হইয়া সিংক্রনাস-মোটরকে চালিত করে, যখন সিংক্রনাস-মোটরের গতি অল্টারনেটিং কারেন্টের স্পন্দন সংখ্যার সহিত মিলিয়া যায় তখন ঐ মোটরকে অল্টারনেটিং কারেন্টের সহিত যোগ করিয়া দেওয়া হয়। তখন সিংক্রনাস মোটর ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোকে চালায়। ইহাতে উহা অধিক উত্তেজিত হয়, ই, এম, এফ, পরিবর্ধিত হয় ও ব্যাটারিকে চার্জ করে।

মোটর-জেনারেটরের অংশদ্বয় যে কোন ভোল্টেজের উপযোগী হইতে পারে, যথা—মোটরটি ১০০০ বা ১০০০০ ভোল্টের, ডায়নামোটি ৯১০ বা ৪৪০ ভোল্টের প্রভৃতি হইতে পারে। কনভার্টার দ্বারা কিন্তু ‘হাই-টেনসান’ বা অত্যাধিক ভোল্টেজের অল্টারনেটিং কারেন্টকে সোজাসুজি লো-টেনসান’ বা অল্প ভোল্টেজের ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করা যায় না। ট্রান্সফর্মার দ্বারা প্রথমতঃ হাইটেনসান অল্টারনেটিং কারেন্টকে উপযুক্ত লো-টেনসান অল্টারনেটিং কারেন্টে পরিণত করা হয়, পরে ইহা হইতে লো-টেনসান ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রস্তুত হয়। তাহার কারণ

কনভার্টারের আমেচারে স্লিপ-রিং ও কমিউটেটোরের সহিত সংযুক্ত কেবলমাত্র একটি ওয়াইন্ডিং থাকে, অথবা দুইটি পৃথক ওয়াইন্ডিং থাকে। যাহাই হউক, যেহেতু একই আমেচারে অল্টারনেটিং কারেন্ট হইতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ( অথবা কন্টিনিউয়াস হইতে অল্টারনেটিং কারেন্ট ) উৎপন্ন হইতেছে, উৎপাদের ভোল্টেজের মধ্যে নিশ্চয়ই কিছু সামঞ্জস্য থাকিবে—কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজ, অল্টারনেটিং কারেন্টের ( গরিষ্ঠ ) ভোল্টেজের সহিত সমান হইবে ( একটি ওয়াইন্ডিং বিশিষ্ট আমেচার লইলে এই উপলব্ধি সহজ হইবে ) অল্টারনেটিং কারেন্ট ভোল্টেজ বলিলে দুইরকম বুঝাইতে পারে—( ১ ) গরিষ্ঠ বা ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ, (২) কার্যকরী বা এফেকটিভ ভোল্টেজ, (ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ  $= ১.৪১ \times$  এফেকটিভ ভোল্টেজ বা এফেকটিভ ভোল্টেজ  $= .৭ \times$  ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ ) এখানে ঐ ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজকে বুঝাইতেছে। অতএব কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজ অল্টারনেটিং কারেন্টের ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজের সহিত সমান অথবা এফেকটিভ ভোল্টেজের ১.৪১ গুণ হওয়া প্রয়োজন, যথা ১০০ ভোল্টের কন্টিনিউয়াস কারেন্ট পাইতে হইলে কনভার্টারের মধ্যে ১০০ ম্যাক্সিমাম ভোল্টের বা ৭০ এফেকটিভ ভোল্টের অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রয়োজন হইবে। এই নিমিত্ত ট্রান্সফর্মার দ্বারা হাই-টেনসানে লো-টেনসানে পরিণত করিবার প্রয়োজন হয়।

দ্রষ্টব্য :—উপরে অল্টারনেটিং ও কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজের মধ্যে যে সম্বন্ধ দর্শিত হইল তাহা আনুমানিক। বস্তুতঃ আমেচারের বাধায় ( ওমে পরিমাপ্য ) কিছু ভোল্টেজ পতিত হয়। সুতরাং উৎপন্ন ভোল্টেজ আনুমানিক পরিমাণ অপেক্ষা কিছু অল্প হয়, যথা—৭০ ভোল্ট অল্টারনেটিং কারেন্ট হইতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ১০০ ভোল্টের না হইয়া প্রায় ৯৭ বা ৯৮ ভোল্টের হয়, সেইরূপ ১০০ ভোল্টের কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইতে অল্টারনেটিং কারেন্ট ৭০ ভোল্টের না হইয়া প্রায় ৬৮ বা ৬৯ ভোল্ট হয়। উল্লিখিত সম্বন্ধ দুই-ক্ষেত্র যন্ত্রের নিমিত্ত—D.C. ভোল্ট : A.C. ভোল্ট ::  $\sqrt{2} : ১$ । কিন্তু ৩ক্ষেত্র যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে ইহাতে D.C. ভোল্ট : A.C. ভোল্ট ::  $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{3}} : ১$ ।

উল্লিখিত যন্ত্রগুলি যে কেবলমাত্র অলটারনেটিং কারেন্টকে কন্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত করে, তাহা নহে, নিম্নলিখিত ভাবে ইহার কার্য করে

- (১) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে অলটারনেটিং কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (২) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৩) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে মোটরভাবে চলিবে।
- (৪) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে সিংক্রাস মোটরভাবে চলিবে।
- (৫) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৬) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে অলটারনেটিং কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৭) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে ডাইরেক্ট ও অলটারনেটিং উভয় প্রকার কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৮) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে অলটারনেটিং কারেন্ট দিবে ও কার্য করিবে।
- (৯) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।

### কমিউটেটর-মোটর (Commutator Motor) :—

এখন দেখা যাউক কন্টিনিউয়াস কারেন্টের (কমিউটেটর বিশিষ্ট) মোটরকে অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালান যায় কিনা। কন্টিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় দেখা যায়, মেনের সংযোজন উন্টাইয়া দিলে মোটরের ঘূর্ণনের ব্যাঘাত ঘটে না, কারণ ইহাতে আমেচার ও ফিল্ড কয়েল উভয়ের মধ্য দিয়া প্রবাহের দিক যুগপৎ বিপরীত হইয়া যায়, সুতরাং আমেচার পূর্বের দিকেই ঘুরিতে থাকে। অতএব অলটারনেটিং কারেন্ট প্রযুক্ত হইলেও মোটরের ঘূর্ণনের ব্যাঘাত ঘটে না, কারণ কারেন্টের দিক পরিবর্তনের সহিত আমেচার ও ফিল্ড কয়েল উভয়ের মধ্যে কারেন্টের দিক যুগপৎ পরিবর্তিত হয়—সুতরাং মোটর সর্বদা একই দিকে ঘুরিবে, তবে ব্রাস দ্বারা সর্ট-সার্কিটেড কয়েলের মধ্যে প্রবাহের দিক পরিবর্তন কালে স্বীয় সম্ভাবন হেতু ব্রাস ও কমিউটেটরের মাঝে অত্যন্ত আশ্রুফুল্লিঙ্গ ঘটে। বলা বাহুল্য অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালাইবার উপযুক্ত কমিউটেটর মোটরের চুম্বক অংশকে নিরেট লোহে প্রস্তুত না করিয়া ল্যামিনেটেড লোহে প্রস্তুত করা বিধেয়।

উক্ত প্রণালীতে সিরিজ মোটর বেশ চলিতে পারে এবং অংশাবলীর কিছু পরিবর্তন করিলে, যথা—ফিল্ড কয়েল-ব্যতীত পোল-পিসের মুখে খাঁজের মধ্যে ‘নিউট্রালাইজিং ওয়াইণ্ডিং’ (Neutralizing winding) নামক কয়েল ব্যবহার করিলে এবং অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদের বিশেষ ব্যবস্থা করিলে ইহা এক ফেজের (Single phase) মোটররূপে সুচারুভাবে চলিতে পারে এবং ইলেকট্রিক রেলওয়েতে ব্যবহৃত হয়। সাণ্ট-মোটরের বেলায়—মেন’এ কারেন্ট ও ভোলটেজের দ্রুত হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তনের সহিত আমেচারের মধ্যে হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন দ্রুত ঘটিতে থাকে, কিন্তু সাণ্ট-ফিল্ড কয়েলে অধিক সংখ্যক গুটি থাকে বলিয়া উহাতে হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন অতি ধীরে ধীরে হয়, ইহাতে রাজ্যের উত্তেজনার হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন আত ধীরে ধীরে হয় এবং তাহা আমেচারের মধ্যে দ্রুত হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তনের কিছু ব্যঘাত করে। এই কারণে ফেজের বিশেষ পার্থক্য ঘটে বলিয়া অতি অল্প ক্ষমতা উৎপন্ন হয়। এইজন্য এইরূপ মোটর অলটারনেটিং কারেন্টে ব্যবহার হয় না।

### ইণ্ডাকশান-মোটর।

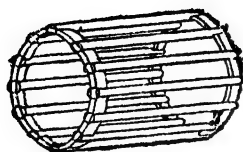
এখন একটি নূতন রকমের মোটর বর্ণিত হইবে, ইহাকে ইণ্ডাকশান মোটর বা রাজ্য ঘূর্ণায়মান মোটর বলে। দেখা যাউক কি ভাবে ঘূর্ণায়মান রাজ্য উৎপন্ন হয়। যদি আড়াআড়ি ভাবে (অর্থাৎ  $৯০^\circ$  কোণ করিয়া) দুইটি কয়েল থাকে এবং তাহাদের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট দেওয়া যায় এবং তাহাদের মধ্যে যদি সিকি-পিরিয়াদ ফেজের পার্থক্য হয়, তাহা হইলে এই প্রকার প্রবাহদ্বয়ের সমন্বয়ে যে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় তাহা ঘূর্ণায়মান হয়। এই ঘূর্ণায়মান চুম্বক রাজ্যের মাঝখানে একটি পরিচালক থাকিলে তাহাতে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়, এবং সম্পূর্ণ পথ পাঠিলে প্রবাহ বহে। এই প্রবাহের দিক এইরূপ হয় যেন রাজ্যের ঘূর্ণন বন্ধ হয়।



কিন্তু যেহেতু রাজ্যের ঘূর্ণন বন্ধ হইতে পারে না, মধ্যস্থানে স্থিত পরিচালকটি রাজ্যের ঘূর্ণনের দিকে ঘুরিতে থাকিবে, যাহাতে পরস্পরের সহিত তুলনায় কাহারও স্থানান্তর না হয়। অতএব দেখা যায় পরিচালকটির মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের ফল রাজ্যের ঘূর্ণনগতি হ্রাস করা এবং উহা রাজ্যের প্রাথমিক ও হ্রাস করে। যাহাই হউক, মধ্যস্থলে স্থিত ঐ পরিচালকটি বা আমেচার, রাজ্যের ঘূর্ণনের দিকে সমগতিতে ঘুরিবার চেষ্টা করে, কিন্তু সমগতিতে ঘুরিতে পারে না—কারণ তাহা হইলে পরিচালকটির উপর কোনরূপ চুষক রাজ্যের পরিবর্তন ঘটবে না, অতএব ভোল্টেজ বা প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে না, সুতরাং প্রবাহবিহীন পরিচালকের ঘুরিবার কোন কারণ থাকিবে না, ঘর্ষণাদি বাধা হেতু উহার গতি কমিয়া যাইতে থাকিবে। কিন্তু গতি একটু কমিলেই উহাতে চুষকরাজ্যের পরিবর্তন—ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবন হইবে ও তাহা হইতে ঘর্ষণাদি বাধা আত্মকমকারী ঘূর্ণন বল পাইবে। এইভাবে যতক্ষণ কয়েলদ্বয়ে সিকি-পরিয়াড ফেজ পার্থক্য বিশিষ্ট প্রবাহদ্বয় বহিবে, আমেচারটি বরাবর ঘুরিবে। ভার যত অধিক হইবে, রাজ্যের সহিত তুলনায় আমেচারের ঘূর্ণনগতি ততই অল্প হইবে, ফলে আমেচারের মধ্যে সম্ভাবন ক্রিয়া তীব্র হয় ও উহাতে অধিক প্রবাহ উৎপন্ন হয় ও তদ্বারা অধিক ভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়।

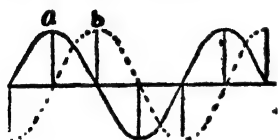
উল্লিখিত প্রণালীর মোটরকে ‘ইণ্ডাকসান-মোটর’ বলে, এবং যেহেতু ইহা সিংক্রনাস ভাবে চলে না, ইহাকে “এসিংক্রনাস” (Asynchronous) মোটরও বলে। ইহার আমেচারের ঘূর্ণনগতি রাজ্যের ঘূর্ণনগতি অপেক্ষা অল্প হয়, এবং এই ঘূর্ণনগতিদ্বয়ের পার্থক্যকে ‘স্লিপ’ (Slip) বলে।

**দুই ফেজ ইণ্ডাকসান-মোটর (Two phase Induction motor) :**—রাজ্যতেজকে প্রথর করিবার জন্য ইহার বহির্ভাগ স্থিত অংশ ও অন্তর্ভাগস্থ ঘূর্ণনক্ষম অংশ উভয়েই লৌহ চাকতির দ্বারা গঠিত। অন্তর্ভাগস্থ ঘূর্ণনক্ষম আরমেচারটির উপর খাঁজ কাটা থাকে বা



চিত্র—৫৮৮

সংযোগ পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে তারগুলির একই দিকের প্রান্ত সকল একটি করিয়া তাম্র বলয় দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত। এই প্রণালীতে বেষ্টিত আমেরচারকে ‘স্কুইরেল

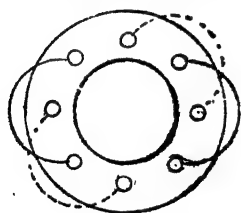


চিত্র—৫৮৯

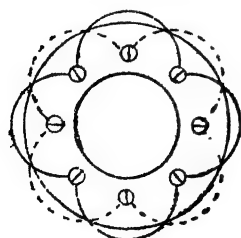
কেজ রোটার’ (Squirrel Cage Rotor) বলে। বহির্ভাগস্থ অংশটির ভিতরদিকের গাত্রে  $৯০^\circ$  ব্যবধানে চারিটি ছিদ্র থাকে, বিপরীত ছিদ্রদ্বয়ের মধ্যে একটি করিয়া (ঘূর্ণনমান রাজ্যের)

কয়েল থাকে। এই কয়েলদ্বয়ের ফেজের সিকি-পিরিয়াদ পার্থক্য রাখিয়া দুইটি অল্টারনেটিং কারেন্ট দেওয়া হয়। এই দুই ফেজ বিশিষ্ট অল্টারনেটিং কারেন্টদ্বয়কে গ্রাফ দ্বারা লিপিবদ্ধ করিলে (চিত্র ৫৮৯) দৃষ্ট হইবে একটি কয়েলে (a) প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ, অপরটিতে (b) প্রবাহ তখন শূন্য,— সুতরাং তখন প্রবাহবান্ (a) কয়েলের আড়াআড়ি দিকে রাজ্য উৎপন্ন হয়। পুনরায় b কয়েলে প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ, a কয়েলে প্রবাহ তখন শূন্য, তখন b কয়েলের আড়াআড়ি দিকে রাজ্য সৃষ্ট হয়। অতএব দেখা যাইতেছে, a কয়েলে প্রবাহ গরিষ্ঠ হইয়া b কয়েলে গরিষ্ঠ (বা a কয়েলে শূন্য) হইবার মধ্যে অর্থাৎ সিকি-পিরিয়াদে রাজ্য  $৯০^\circ$  ঘুরে, অর্থাৎ প্রতি পিরিয়াদে রাজ্য একবার সম্পূর্ণ ঘুরিয়া যায়। রাজ্যের এই ঘূর্ণন হেতু আমেরচারের পরিচালক তারগুলিতে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় ও আমেরচার ঘুরিতে আরম্ভ করে। মোটর ভারযুক্ত না হইলে অর্থাৎ কেবল মাত্র ঘর্ষণাদি বাধা অতিক্রম করিয়া ঘুরিতে হইলে আমেরচারের ঘূর্ণন সংখ্যা

বাজ্যের ঘূর্ণন সংখ্যার সমান হয় বলিলেই চলে, কারণ প্রভেদ এত অল্প হয় যে তাহা স্পীডোমিটার প্রভৃতি দ্বারা ধরা যায় না। তার প্রযুক্ত হইলে, তার অনুযায়ী আমেরচারের ঘূর্ণনগতি কমিয়া যায়। যদি বিনা ভারে ঘূর্ণন মিনিটে ৪০০০ বার ও ভারযুক্ত হইলে মিনিটে ৩৬০০ বার হয়, তাহা হইলে স্লিপ =  $800$  ঘূর্ণন বা বা শতকরা হিসাবে  $10\%$ । আমেরচারের ঘূর্ণন, চুম্বক রাজ্যের ঘূর্ণনের সমান হয়। চুম্বকরাজ্যের ঘূর্ণন মেরুসংখ্যার উপর নির্ভর করে। দ্বিমেরু যন্ত্রে প্রবাহের প্রতি স্পন্দনে বা পিরিয়োডে চুম্বক রাজ্য একবার ঘুরে। সুতরাং চুম্বক রাজ্য বা আমেরচারের ঘূর্ণন সংখ্যা পিরিয়োড সংখ্যার সমান। এই প্রকার যন্ত্রের বিষয় উপরে বলা হইয়াছে। ৪-মেরু বা ৬-মেরু যন্ত্র হইলে, প্রবাহের একবার স্পন্দনে চুম্বক-রাজ্য  $\frac{1}{2}$  বা  $\frac{1}{3}$  অংশ ঘুরে, সুতরাং প্রবাহের ২ বা ৩ বার স্পন্দনে চুম্বকরাজ্য একবার



চিত্র—৪২০



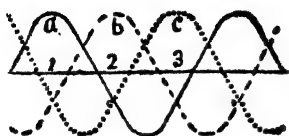
চিত্র—৪২১

ঘুরে অর্থাৎ উপরে বর্ণিত যন্ত্রটি ৪ মেরু বিশিষ্ট হইলে বিনা ভারে উহার আমেরচার মিনিটে ২০০০ বার বা ৮ মেরু বিশিষ্ট হইলে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরিত। এই প্রণালীর মোটর-গুলি সচরাচর ৪, ৬ বা ততোধিক মেরুবিশিষ্ট হয়। ৪-মেরু যন্ত্রের রাজ্য-চুম্বকের কয়েল প্রণালী ৪২০ ও ৪২১ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। চিত্রদ্বয় হইতে দৃষ্ট হইবে, ৮টি খাঁজ প্রয়োজন। ৪২০ চিত্রে কয়েল একরূপভাবে সজ্জিত যে কন্সিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক উৎপন্ন হয়। ইহাতে ৪টি কয়েল আছে, প্রতি ফেজে ২টি করিয়া, টানা রেখার দ্বারা দর্শিত কয়েলদ্বয় এক ফেজের ছিন্ন রেখার দ্বারা

দর্শিত কয়েলদ্বয় অপর ফেজের। কয়েলগুলি একরূপভাবে সজ্জিত যে

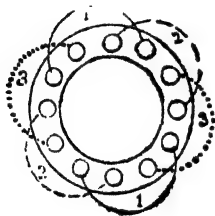
কয়েল-আবৃত স্থানে একইরূপ মেরু সৃষ্ট হয়, সুতরাং কয়েলদ্বয়ের আড়া-আড়ি স্থানদ্বয়ে বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়। এইজন্য ইহাকে কন্সিকোয়েন্ট মেরুবিশিষ্ট চুম্বক বলে। ৫৯১ চিত্রে বিপরীত মেরুগুলিও কয়েল দ্বারা সৃষ্ট, সেইজন্য ৪ মেরুর নিমিত্ত প্রতি ফেজে ৪টি করিয়া ২ ফেজে মোট ৮টি কয়েল ব্যবহৃত হইয়াছে।

**তিন-ফেজ কারেন্ট ও মোটর :—**তিন-ফেজের



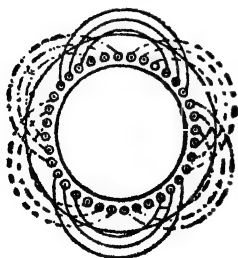
চিত্র—৫৯২

কারেন্ট দ্বারাও ঘূর্ণায়মান রাজ্য উৎপন্ন হইতে পারে। তিনটি কয়েলকে পরস্পরের সহিত ১২০° 'কোণে' সজ্জিত করিয়া উহাদের মধ্য দিয়া ৩ পিরিয়াড ফেজের পার্থক্য রাখিয়া প্রবাহ দিলে



চিত্র—৫৯৩

তিন ফেজ বিশিষ্ট কারেন্ট হইল। এইরূপ কারেন্ট তিনটি ৫৯৩ চিত্রে গ্রাফ দ্বারা লিপিবদ্ধ হইয়াছে। তিন-ফেজ বিশিষ্ট কারেন্টের প্রতি পিরিয়াডে চুম্বকরাজ্য একবার ঘুরে। তিন-ফেজ কারেন্টের মোটরগুলি সচরাচর দ্বি-মেরু যন্ত্র হয় না, ৪, ৮ বা ততোধিক মেরু বিশিষ্ট হয়। ৫৯৫ চিত্রে কন্সিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট ৪-মেরু যন্ত্রের রাজ্য চুম্বক ও তাহার কয়েল প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে প্রত্যেক ফেজের কারেন্টের জন্য ঠিক বিপরীত দিকে দুইটি করিয়া এইরূপে তিনটি ফেজের কারেন্ট ত্রয়ের জন্য ৬টি কয়েল আছে (টানা রেখা, ছিন্ন রেখা ও বিন্দু রেখা দ্বারা দর্শিত),



চিত্র—৫৯৪

সুতরাং ইহাতে ১২টি খাঁজের প্রয়োজন হয়। আবার কোন স্থলে প্রত্যেক

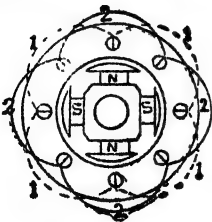
কয়েলের জন্ত দুইটি করিয়া খাঁজ না হইয়া ৪,৬ বা ততোধিক খাঁজ থাকিতে পারে, যথা, ৫৯৪ চিত্রে প্রত্যেক কয়েলের জন্ত ৬টি খাঁজ আছে—অর্থাৎ একসঙ্গে তিনটি করিয়া কয়েল একত্র একটি কয়েলের কার্য্য করিতেছে। কম্বিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে কয়েলগুলির দ্বারা আবৃত স্থানগুলিতে একই প্রকার মেরু সৃষ্ট হয় ও কয়েলের বহির্ভাগে বিপরীত (কম্বিকোয়েন্ট) মেরুগুলি সৃষ্ট হয়। আর যদি সকল মেরুগুলিই কয়েল দ্বারা উৎপন্ন হয় তাহা হইলে প্রত্যেক মেরুর নিমিত্ত একটি কয়েল প্রয়োজন হয়। স্কুইরেল-কেজ রোটার ইহাতে ব্যবহার হয়। ইহার তার জড়াইবার পদ্ধতি ‘দুই-ফেজ’ মোটর হইতে পৃথক এবং ইহার গঠনও কিছু ভিন্ন, নতুবা কার্য্য হিসাবে ইহাদের মধ্যে কিছুই প্রভেদ ঠিক করা যায় না।

**বহু ফেজ-কারেন্ট (Multi-phase or Polyphase current) :**—দুই-ফেজ কারেন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে এক-ফেজ কারেন্ট উৎপাদক দুইটি একই প্রকার অণ্টারনেটারের স্থির আমেরচারদ্বয়কে একই সাফটে একরূপভাবে (একটিকে অপরটির মেরু ব্যবধানের অর্ধেক ঘুরাইয়া) আবদ্ধ করিতে হয় যেন একটির মেরুসকল অপরটির মেরু সকলের ব্যবধানের মাঝে পড়ে। সূত্রাং দ্বি-মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে একটির মেরুদ্বয় বা মেরু উৎপাদক কয়েলদ্বয় হইতে  $৯০^\circ$  বা সিকি পাক ঘুরিয়া বসিবে, অথবা ৪-মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে একটির মেরু চতুষ্টয় বা মেরু উৎপাদক কয়েল সকল অপটির মেরু চতুষ্টয় বা মেরু উৎপাদক কয়েল সকল হইতে  $৪৫^\circ$  বা ১ পাকের অষ্টমাংশ ঘুরিয়া বসিবে। এইভাবে তিন-ফেজ কারেন্টও উৎপন্ন হইতে পারে—ইহাতে একই সাফটে তিনটি সমান আমেরচার আবদ্ধ করিতে হইবে এবং দ্বি-মেরু যন্ত্র হইলে একটি আমেরচারের মেরু সকলের অপর আমেরচারের মেরু সকল হইতে  $৬০^\circ$  সরাইয়া দিতে হইবে বা ৪-মেরু যন্ত্র হইলে একটি আমেরচারের মেরু সকলকে অপরটির মেরু সকল হইতে  $৩০^\circ$  বা ১ পাকের

দ্বাদশাংশ ঘুরাইয়া দিতে হইবে এইরূপে বহু বা পলিফেজ কারেন্টের যন্ত্র ব্যবহার হয়।

দ্রষ্টব্য :—উপরে বিভিন্ন ফেজের মেরু সকলের মধ্যে ব্যবধান ‘কোণ’ দ্বারা পরিমিত হইয়াছে। মেরু সকলের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান বলিতে কোন ফেজের কোন একটি মেরু ও তাহার বিপরীত দিকে তদীয় বিপরীত মেরুকে সংযোগ করিলে যে সরল রেখা হয় সেই প্রকার সরলরেখাগুলি টানিলে পৃথক ফেজের সান্নিহিত রেখাদ্বয়ের মধ্যে যে ‘কৌণিক’ ব্যবধান তাহাই মেরুদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান। এই নিমিত্ত মেরু সকলের মধ্যে ব্যবধান ‘কোণ’ দ্বারা প্রকাশিত হইয়াছে।

উল্লিখিত ভাবে বহুসংখ্যক আর্মেচার না লইয়া বহু-ফেজ মোটরের ত্রায় একই আর্মেচারে বিভিন্ন ফেজের জন্ত পৃথক পৃথক কয়েলের সেট ব্যবহার করিলে আরও সহজে বহু-ফেজ কারেন্ট প্রস্তুত হইতে পারে। এই উপায়ে দুই-ফেজ কারেন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে প্রতি ফেজের কারেন্টের জন্ত দুই-মেরু যন্ত্রে দুইটি করিয়া মোট চারিটি কয়েল আবশ্যক এবং এক ফেজের কয়েলদ্বয়কে অল্প ফেজের কয়েলদ্বয়ের সহিত ৯০° ব্যবধানে স্থাপিত করিতে হইবে। কন্সিকোয়েন্ট মেরুবিশিষ্ট চারি-মেরু যন্ত্র হইলেও প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া দুই ফেজে মোট চারিটি কয়েল আবশ্যক, কিন্তু এক ফেজের কয়েলদ্বয়কে অল্প ফেজের কয়েলদ্বয় হইতে একদিকে ৪৫° অপরদিকে ১৩৫° ব্যবধানে স্থাপিত করিতে হইবে,



চিত্র—১১৫

স্পষ্টই দেখা যায়, এক ফেজের কয়েল চতুষ্টয় হইতে অপর ফেজের কয়েল

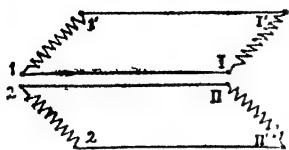
কারণ চারি মেরুর পরস্পরের মধ্যে ব্যবধান ৯০°, সুতরাং এক ফেজের কয়েল হইতে অপর ফেজের কয়েলের ব্যবধান ৪৫° হওয়া প্রয়োজন। আর যদি প্রতি মেরুর জন্ত একটি করিয়া কয়েল, এইভাবে চারি মেরুর জন্ত প্রতি ফেজে চারিটি করিয়া কয়েল থাকে, তাহা হইলে

চতুষ্টিয়ের ব্যবধান ৪৫° হইবে। এই প্রকার দুই-ফেজ কারেন্ট উৎপাদক “পলিফেজ” অল্টারনেটার ৫৯৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহাতে ১ চিত্রিত ছিল রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট কয়েল চারিটি এক ফেজের, ২ চিত্রিত টানা রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট কয়েল চারিটি অপর ফেজের।

এই প্রণালী অনুযায়ী তিন-ফেজ কারেন্ট ও খুব সহজে প্রস্তুত হইতে পারে। ইহাতে স্থির আমেচারের লৌহটিতে তিনটি ফেজের জগ্ম তিনটি সেট পৃথক কয়েল থাকা প্রয়োজন। দ্বি-মেরু যন্ত্র হইলে, প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া, মোট ছয়টি কয়েল থাকিবে এবং এক ফেজের কয়েল অপর ফেজের হইতে ৬০° ব্যবধান থাকিবে। ‘চারি-মেরু’ যন্ত্র হইলে, প্রত্যেক মেরু, কয়েল দ্বারা উৎপাদিত হইলে, প্রতি ফেজে চারিটি করিয়া মোট বারটি কয়েল থাকিবে। আর কন্সিকোরেন্ট মেরু বিশিষ্ট হইলে, প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি কয়েল থাকিবে, এবং একফেজের কয়েল হইতে অপর ফেজের কয়েল ৩০° ব্যবধানে থাকিবে। অতএব এই সকল হইতে দেখা যায় যে ‘বহু-ফেজ’ অল্টারনেটারের স্থির আরমেচারের কয়েল বা খাঁজের সংখ্যা পরিবর্দ্ধিত করিতে হয়। উপসংহারে বলিয়া রাখা উচিত এক-ফেজ যন্ত্র অপেক্ষা বহু-ফেজ যন্ত্রের কার্যকারিতা অধিক, দেখা গিয়াছে এক-ফেজ ভাবে বেষ্টিত (কয়েল) যে যন্ত্র ৭০।৮০ “কিলোওয়াট” ক্ষমতা উৎপন্ন করে তাহা বহুফেজ ভাবে ১০০ “কিলোওয়াট” পর্যন্ত ক্ষমতা দিতে সক্ষম হয়।

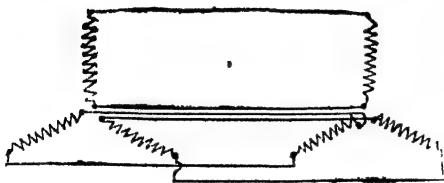
**বহু-ফেজ কারেন্ট সম্ভবত্বাহঃ**— বহুফেজ অল্টারনেটারের কারেন্ট সম-বহু-ফেজ মোটরে প্রযুক্ত হইলে অল্টারনেটারের এক এক ফেজের কয়েলকে মোটরের এক এক ফেজের কয়েলের সহিত পৃথক ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। ইহাতে প্রত্যেক ফেজের কয়েলের জগ্ম দুইটি করিয়া “মেন” ( তার ) প্রয়োজন হইবে, যথা দুই-ফেজে চারিটি, চিত্র ৫৯৬, তিন-ফেজে ছয়টি, চিত্র ৫৯৭।

এই চিত্রদ্বয় হইতে আরও দুই হইবে, দুই-ফেজ যন্ত্রের এক ফেজের



চিত্র—৫২৬

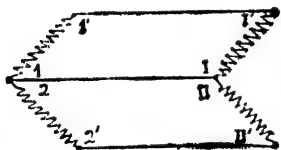
কয়েল অপর ফেজের কয়েলের সহিত 'সমকোণ' করে, চিত্রেও ১, ১' কয়েল ২, ২' কয়েলে 'সমকোণে' স্থাপিত এবং তিন-ফেজ যন্ত্রে এক ফেজের কয়েল অপর কয়েলের সহিত  $120^\circ$  'কোণ' করে



চিত্র—৪১৭

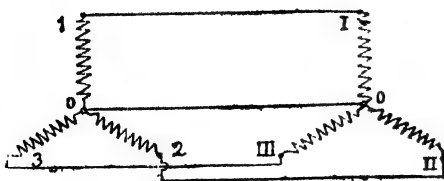
চিত্রেও কয়েল তিনটি পরস্পরের সহিত  $120^\circ$  'কোণ' করিতেছে। আবার উক্ত প্রকার সরবরাহ কার্যে দুই-ফেজের বেলায় দুইটি

মেন'কে ও তিন ফেজের বেলায় তিনটি মেন'কে একত্র একটি করা যাইতে পারে, চিত্র ৫২৮ ও ৫২৯। এই উদ্দেশ্যে ১১' কয়েলের ১ সীমা ২২' কয়েলের ২ চিহ্নিত সীমার সহিত সংযুক্ত



চিত্র—৫২৮

করিতে হয় ও ঠিক এইরূপে মোটরের I ও II চিহ্নিত সীমাদ্বয়কে একত্র সংযোগ করিতে হয়, পরে ঐ সংযোগ স্থানদ্বয়কে একটি তার দ্বারা সংযুক্ত



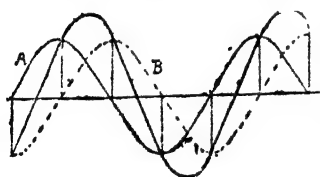
চিত্র—৫২৯

করিতে হয়। এই প্রণালী অনুসারে, তিন ফেজ কারেন্টের বেলায় অল্টারনেটোর কয়েল তিন সেটের •চিহ্নিত প্রান্তদ্বয়



একত্র ও মোটরের কয়েল তিন সেটের ০ চিহ্নিত প্রান্তদ্বয় একত্র সংযুক্ত করিয়া ঐ সংযোগ স্থানদ্বয়কে একটি তার দ্বারা সংযুক্ত করিলেই চলিবে এবং পরে প্রমাণিত হইবে এই তারটি প্রয়োজন হয় না, চিত্র ৬০২। অতএব দেখা যাইতেছে তিনটি তার দ্বারা ই দুই বা তিন-ফেজ কারেন্ট সরবরাহ হইতে পারে।

এখন দেখা যাউক, মাঝের তারটি কিসের স্থূলতা হওয়া প্রয়োজন, অর্থাৎ উহার মধ্য দিয়া কি পরিমাণ প্রবাহ বহে, এবং উহাতে কিসের ভোল্টেজ হয়। দুই-ফেজ প্রবাহের বেলায়—যেহেতু প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে সিকি-পিরিয়ড (৯০°) ফেজের ব্যবধান থাকে—উভয়ের মধ্যে প্রবাহ একই সময়ে গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ট হইতে পারে না, একটিতে প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ, অপরটিতে তখন লঘিষ্ট এবং মাঝের তারটির মধ্য দিয়া উভয় প্রবাহের সমষ্টি প্রবাহিত হয়। এখন এই প্রবাহদ্বয়কে গ্রাফে লিপিবদ্ধ করিয়া তাহাদের সমষ্টির ‘গ্রাফ’ লিপিবদ্ধ করিলে (চিত্র ৬০০ A ও B প্রবাহদ্বয়, অপর রেখাটি তাহাদের সমষ্টির গ্রাফ) দৃষ্ট হইবে প্রবাহদ্বয়ের সমষ্টি একটির  $\sqrt{2}$



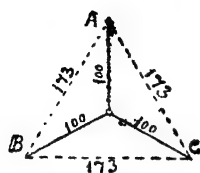
চিত্র—৬০০

বা ১.৪১ গুণ। এবং আরও দেখা যায় প্রবাহের সমষ্টির গরিষ্ঠ পরিমাণ একটি প্রবাহের গরিষ্ঠের ১.৪১ গুণ এবং সমষ্টির কার্যকরী পরিমাণও (Effective current) একটি কার্যকরী পরিমাণের

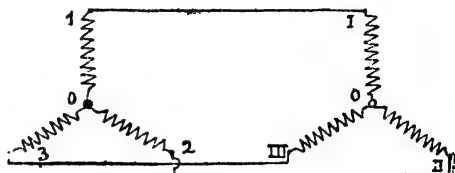
১.৪১ গুণ এবং ঠিক এইরূপ ভোল্টেজের পক্ষেও সমষ্টি গরিষ্ঠ বা কার্যকরী পরিমাণ একটির গরিষ্ঠ বা কার্যকরী পরিমাণের ১.৪১ গুণ। অতএব দেখা যাইতেছে মাঝের তারটি পার্শ্বের তারের ১.৪১ গুণ বা প্রায় দেড় গুণ মোটা হওয়া প্রয়োজন।

তিন ফেজের বেলায় কয়েল তিনটি পরস্পরের সহিত ১২০° ‘কোণে’ অবস্থিত, সুতরাং তাহাদিগকে ৬০° চিত্রে দর্শিত ভাবে আঁকিলে দৃষ্ট হইবে

যে কোন দুইটির সমন্বয়ে ১৭৩ গুণ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, সুতরাং পার্শ্বের যে কোন দুইটি তারের মধ্যে ভোল্টেজ ১৭৩ গুণ হয় কিন্তু মাঝের

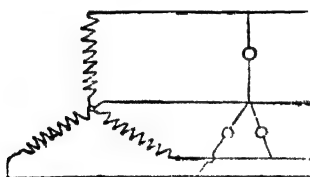


চিত্র—৬.১

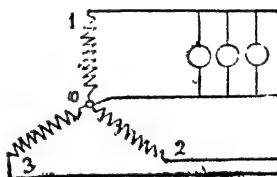


চিত্র—৬.২

সংযোজক তারটিতে কিছুই ভোল্টেজ (অতএব প্রবাহ) থাকে না, কারণ যে কোন দুইটির সমন্বয়ে অপরটির বিপরীত দিকে সম পরিমাণ বিপরীত ভোল্টেজ হয়। সুতরাং মাঝের তারটি ব্যবহার না করিলেও চলে, অবশ্য যদি কেবলমাত্র (তিন-ফেজের) মোটর চালাইতে হয়। কিন্তু যদি আলোকও জ্বালাইতে হয় তাহা হইলে মাঝের



চিত্র—৬.৩

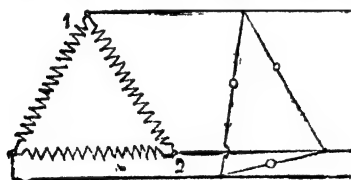


চিত্র—৬.৪

তারটি প্রয়োজন হয়, এরূপ স্থলে মোটরটি বাহিরের তার তিনটির সহিত সংযুক্ত হয় এবং আলোকগুলি মাঝের ও একটি করিয়া বাহিরের তারের সহিত (অর্থাৎ এক-ফেজের কয়েলে) সংযুক্ত হয়, চিত্র ৬.৩। অতএব মোটরটি ১৭৩ ভোল্টের হইলে আলোকগুলি ১০০ ভোল্টের উপযোগী হওয়া প্রয়োজন। সচরাচর উক্ত প্রণালীতে প্রতি ফেজে ১১০ ভোল্ট উৎপন্ন হয়, সুতরাং মোটরটি প্রায় ১৯০ ভোল্টের উপযোগী হওয়া প্রয়োজন। বলা বাহুল্য প্রতি ফেজে তার সমান থাকিলে মাঝের তারে প্রবাহ বহিষে না,

কিন্তু যদি কোন ফেজে অধিক সংখ্যক আলোক ব্যবহৃত হয়, তাহা হইলে অল্পগুলি অপেক্ষা উহাতে অধিক প্রবাহ বহিবে এবং প্রবাহের পার্থক্য মাঝের তারটি দিয়া বহিবে, এমন কি যদি কেবলমাত্র একটি ফেজে কতকগুলি আলোক থাকে ও অপরগুলিতে আলোক না থাকে, চিত্র ৬০৪, তাহা হইলে ঐ ফেজে প্রবাহিত সমস্ত প্রবাহ মাঝের তার দিয়া বহিবে।

উপরে কয়েলগুলির যে প্রকার সন্নিবেশ দর্শিত হইল তাহাকে ‘ষ্টার’ (star তারা) কনেকসান বলে, কারণ ইহাতে তারা হইতে রশ্মি যেমন চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে সেইভাবে কেন্দ্র হইতে কয়েলগুলি চতুর্দিকে প্রসারিত হইতেছে। ইহা বাতীত আর এক প্রকার সন্নিবেশ আছে তাহাকে ‘মেশ’ (mesh জালতি) কনেকসান বলে। ইহাতে কয়েলগুলি এরূপভাবে



চিত্র—৬০৫

সাজান হয় যেন একটি জালতি বা ফাঁস প্রস্তুত করে, চিত্র ৬০৫। এই চিত্র হইতে প্রথমের অনুমিত হইবে কয়েলগুলি নিজেদের মধ্য দিয়া স্টার্কিটেড, উহাদের মধ্য দিয়া

অত্যন্ত অধিক প্রবাহ বহিবে; কিন্তু তাহা নহে। পূর্বের হিসাব অনুযায়ী একটির ভোল্টেজ অপর দুইটির ভোল্টেজ দ্বারা নাশ হয়। এই সংযোজনে বাহিরের দুইটি তারের মধ্যে ভোল্টেজ এক-ফেজ ভোল্টেজের সহিত সমান, কিন্তু কারেন্ট একটি ফেজ কারেন্টের ১.৭৩ গুণ। ‘ষ্টার’ কনেকসানে বাহিরের তারদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ ‘ফেজ ভোল্টেজের’ ১.৭৩ গুণ, কিন্তু প্রবাহ ফেজ প্রবাহের সমান।

## সপ্তবিংশ পরিচয়

**ইউনিট বা মান স্বরূপ এক এবং পরিমাপ** (Unit and Measure)—কোনও কিছু মাপিতে হইলে ঐ প্রকারের জিনিষের নির্দ্ধারিত ক্রিয়দংশকে “এক” বলিয়া ধরিয়া লওয়া হয়, ইহাকেই ইউনিট বা মান স্বরূপ এক বলে। বিভিন্ন প্রকারের মাপের জন্য বিভিন্ন নামের ইউনিট বা একক ব্যবহার হয়, যথা,—দৈর্ঘ্য মাপিতে এক ‘গজ’, ওজন মাপিতে এক ‘পাউণ্ড’, সময় মাপিতে এক ‘ঘণ্টা’ ইত্যাদি।

আবার পরিমাপ্য বস্তুর লম্বু ও গুরুত্ব অনুযায়ী পরিমাপক “এক”কে নির্দ্ধারিত এক অপেক্ষা ক্রিয়দংশ লঘু বা ক্রিয়ৎগুণ গুরু করিয়া লইতে হয়, যথা—কুত্র কুত্র দূরত্ব মাপিতে গজের এক তৃতীয়াংশ (১/৩) ফুট—অথবা তদপেক্ষা কুত্র, ফুটের এক দ্বাদশাংশ (১/১২)—ইহা ব্যবহার হয়, আবার বৃহৎ দৈর্ঘ্য মাপিতে মাইল—গজের ১৭৬০ গুণ ব্যবহার হইয়া থাকে।

**একক অনুযায়ী পরিমাপ প্রকাশক সংখ্যার বিপরীত পারিবর্তন :—**

পরিমাপক এককের পরিমাপ কোনরূপে পরিবর্তিত হইলে পরিমাপ প্রকাশক সংখ্যার পরিমাণ বিপরীত ভাবে পরিবর্তিত হয়, যথা—ফুটকে একক ধরিয়া যদি কোন দৈর্ঘ্য ১২ ফুট হয়, তাহা হইলে ফুটের তিনগুণ গজকে একক ধরিলে উহা চারি গজ (১২র তৃতীয়াংশ, ১/৩) হইবে আবার ফুটের দ্বাদশাংশ ইঞ্চিকে একক ধরিলে উহা ১৪৪ ইঞ্চি (১২র ১২ গুণ) হইবে। অর্থাৎ একক যত বড় হইবে, পরিমাপের পরিমাণ ততই অল্প সংখ্যায় প্রকাশিত হইবে।

**স্বতঃসিদ্ধ ইউনিট (Fundamental units) :—**সমস্ত

জাগতিক পারমাপ তিনটি স্বতঃসিদ্ধ ইউনিট হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়, যথা :—(১) দৈর্ঘ্য, (২) পদার্থ, (৩) সময়। ইহারা যথার্থই স্বতঃসিদ্ধ কারণ ইহাদের পরিচয় এই তিনপ্রকার ইউনিট অপেক্ষা সহজ হওয়া সম্ভবপর নহে। ইহাদের মধ্যে পদার্থের পরিমাণ ওজন দ্বারা পরিমিত হয়।

ভিন্ন ভিন্ন দেশ বা জাতি হিসাবে এগুলি বিভিন্ন এককে পরিমিত হয়, যথা :—দৈর্ঘ্য মাপিতে ব্রিটিশেরা ইয়ার্ড (yard) বা গজ ব্যবহার করে। এই গজ একটি ব্রোন্জ্ ধাতু নির্দ্ধিত দণ্ডে ৬০০ ফা (60০ F.) তত্ত্বায় অঙ্কিত হইয়া ব্রিটিশ ইয়ার্ড অফিসে রক্ষিত আছে। ফরাসী একক ধারা ক্রমান্বয়ে দশ অংশ করিয়া পরিবর্তিত হয়, যথা—ডেসি=১/১০, সেন্টি=১/১০০, মিলি=১/১০০০, ডেকা=১০, হেক্টো=১০০, কিলো=১০০০।

ফরাসীরা মিটার (Metre) ব্যবহার করে। এই মিটার পৃথিবীর জাখিমা বৃত্তের ( $\frac{1}{2}$  meridian = from pole to the equator) ১০০০০০০ অংশের এক অংশ। এই মাপটি প্লাটিনাম দণ্ডে ০° সে (০° C.) তপ্ততায় অঙ্কিত হইয়া ফরাসী আর্কিভ্জে রক্ষিত আছে।

ওজন মাপিতে ব্রিটিশেরা পাউণ্ড (Pound) ব্যবহার করে। ইহা একতাল প্লাটিনামের ওজন। ঐ প্লাটিনাম তালটি ষ্ট্যাণ্ডার্ড অফিসে শিশির মধ্যে রক্ষিত আছে। ফরাসীরা গ্রাম্ম (Gramme) ব্যবহার করে। এই গ্রাম্ম ৪° 'সে' তপ্ততায় ১ ঘন সেন্টিমিটার জলের ওজন।

সময় প্রায় সর্বত্রই সৌর দিবস (Solar day) ও তাহার অংশ ঘণ্টা, মিনিট, সেকেন্ড ইত্যাদি দ্বারা পরিমিত হয়।

### দৈর্ঘ্য মাপের তালিকা :—

ব্রিটিশ প্রণালী :—		ফরাসী প্রণালী :—	
১২ ইঞ্চিতে	১ ফুট	১০ মিলিমিটারে	১ সেন্টিমিটার
৩ ফুটে	১ গজ	১০ সেন্টিমিটারে	১ ডেসিমিটার
১৭৬০ গজে	১ মাইল	১০ ডেসিমিটারে	১ মিটার
— — —		১০ মিটারে	১ ডেকা মিটার
৬ ফুটে	১ ক্যান্ডম্	১০ ডেকা মিটারে	১ হেক্টো মিটার
২২০ গজে	১ ফারলং	১০ হেক্টোমিটারে	১ কিলো মিটার

### ওজন মাপের তালিকা :—

ব্রিটিশ প্রণালী :—		ফরাসী প্রণালী :—	
৬০ গ্রেণে	১ ড্রাম্	১০ মিলিগ্রামে	১ সেন্টিগ্রাম্
১৬ ড্রামে	১ আউন্স	১০ সেন্টিগ্রামে	১ ডেসিগ্রাম্
১৬ আউন্সে	১ পাউণ্ড	১০ ডেসিগ্রামে	১ গ্রাম্
২৮ পাউণ্ডে	১ কোয়ার্টার	১০ গ্রামে	১ ডেকাগ্রাম্
৪ কোয়ার্টারে	১ হম্ফ্র	১০ ডেকাগ্রামে	১ হেক্টোগ্রাম্
২০ হম্ফ্রে	১ টন	১০ হেক্টোগ্রামে	১ কিলোগ্রাম্

### সময় মাপের প্রণালী :—

৬০ সেকেন্ডে	১ মিনিট	৩৬৫ দিনে	১ বৎসর
৬০ মিনিটে	১ ঘণ্টা	১০০ বৎসরে	১ শতাব্দী
২৪ ঘণ্টায়	১ দিন		

ইহাঙ্গির মধ্যে ইঞ্জিনিয়ারিং কার্যে সচরাচর ফুট, পাঃ ও সেঃ দ্বারা যথাক্রমে দৈর্ঘ্য, ওজন ও সময় পরিমিত হয়। একুপ পরিমাপের নাম ফুট-পাউন্ড-সেকেন্ড প্রণালী (ফু-পা-সে, F. P. S. System) বা ব্রিটিশ গণনা রীতি। বৈজ্ঞানিক গবেষণা কার্যে সচরাচর সেন্টিমিটার, গ্রাম ও সেকেন্ড দ্বারা যথাক্রমে দৈর্ঘ্য, ওজন ও সময় মাপা হয়। এই প্রণালীকে 'সি-জি-এস' C. G. S. System বা বৈজ্ঞানিক প্রণালী বলে।

### স্থান মাপিবার এককঃ—

১ ফুট  $\times$  ১ ফুট = ১ বর্গ ফুট ( 1 Sq. Ft. ) ব্রিটিশ প্রণালী।

১ সেন্টিমিটার  $\times$  ১ সেন্টিমিটার = ১ বর্গ সেন্টিমিটার ( 1 sq. cm. ) C.G.S.

### আয়তন মাপের এককঃ—

১ ফুট  $\times$  ১ ফুট  $\times$  ১ ফুট = ১ ঘন ফুট ( 1 Cub. Ft. ) ব্রিটিশ প্রণালী।

১ সেঃ মিঃ  $\times$  ১ সেঃ মিঃ  $\times$  ১ সেঃ মিঃ = ১ ঘন সেঃ মিঃ ( 1 cub. cm. ) C. G. S.

### ধারাস্তকরণ তালিকা (Conversion Table)—

ব্রিটিশ হইতে সি, জি, এস—দৈর্ঘ্য ১ ইঞ্চি = ২.৫৪ সেন্টিমিটার। ১ ফুট = ৩০.৪৮ ইঞ্চি। ১ মাইল = ১৬০৯.৩ মিটার।

সি. জি. এস হইতে ব্রিটিশ—(১) সেন্টিমি = ৩.৯৩৭ ইঞ্চি। ১ মিটার = ৩৯.৩৭ ইঞ্চি। ২ কিলো মি = ৬২.১৬৮ মাইল। (২) বস্তুসমষ্টি বা ওজন,—১ গ্রেঃ = ১৫.৪৮ গ্রাম। ১ আউন্স = ২৮.৩৪৯ গ্রাম। ১ পাঃ = ৪৫৩.৬৯ গ্রাম। ১ গ্রাম = ১৫.৪৩২ গ্রেঃ। ১ গ্রাম = ০.০২২৪৮ পাঃ। (৩) বর্গ—১ বর্গ ইঞ্চি = ৬.২৫ বর্গ সেন্টিমি। ১ বর্গ সেন্টিমি = ০.৬১ ঘন ইঞ্চি। (৪) ঘন—১ ঘন ইঞ্চি = ১৬.৩৮ ঘন সেন্টিমি। ১ ঘন ফুট = ২৪৩১৬ ঘন সেন্টিমি। ১ ঘন সেন্টিমি = ০.৬১ ঘন ইঞ্চি। ১ লিটার = ৬১.০২৭ ঘন ইঞ্চি।

### গতি বিজ্ঞান (Dynamics)।

বস্তুর অবস্থা—স্থিতি ও চলন ( Rest and Motion )—জগতের সমস্ত বস্তুই স্থির বা চলন্ত এই দুইটা অবস্থার মধ্যে একটা অবস্থার অন্তর্গত। যখন কোন বস্তু তাহার চতুর্দিকস্থ বস্তু সমূহের সহিত তুলনায় কোনরূপ স্থান পরিবর্তন করিতেছে না তখন ঐ বস্তুটা ঐ সকল বস্তুর নিকট স্থির অবস্থায় আছে বলা হয়; যখন উহা স্থান পরিবর্তন করিতেছে, উহাদের সহিত তুলনায় ইহাকে চলন্ত বলা হয়।

বেগ ( Speed )—একক সময়ের মধ্যে যতটা দূরত্ব চলিয়া যায়

তাহাকে বেগ বলে। ইহা ফুট-সেকেণ্ড অথবা মাইল-ঘণ্টা দ্বারা মাপা হয়, যথা :—সেকেণ্ডে ৫ ফুট বা ৫ ফু-সে, (FS) ঘণ্টায় ২০ মাইল বা ২০ মা-ঘ (mh)।

**গতি (Velocity)**—দিগ্বিশিষ্ট অর্থাৎ কোনও নির্দিষ্ট দিকের বেগকে গতি বলে। যথা,—ঘণ্টায় ১৫ মাইল পূর্বদিকে বা বম্বে হইতে মালদ্জে। অতএব গতির দুইটা অংশ, (১) বেগ বা পরিমাণ, (২) দিক।

গতি দুই প্রকারের, একভাব বা পরিবর্তনশীল। যখন গতির দিক ও পরিমাণ কোনটাই বদলাইতেছে না অর্থাৎ সকল সময়ে একই দিকে সমবেগে যাইতেছে তখন তাহাকে একভাব গতি (Uniform Velocity) বলে। আর যখন দিক অথবা পরিমাণ বা দুইটাই বদলাইতেছে তখন তাহাকে পরিবর্তনশীল গতি (Variable Velocity) বলে।

**গতি পরিবর্তন (Acceleration)**—পরিবর্তনশীল গতির পরিবর্তনের হারকে গতি-পরিবর্তন বলে। ইহা একক সময়ে যে পরিমাণ গতির দ্বারা গতির হ্রাস-বৃদ্ধি হয় তদ্বারা পরিমিত হয়, যথা—প্রতি সেকেণ্ডে গতির পরিমাণ ২ ফুট-সেকেণ্ড দ্বারা পরিবর্তিত হইলে ইহাকে সেকেণ্ডে ২ ফুট-সেকেণ্ড বা ২ ফু-সে-সে বলে (fss)। পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ হেতু গতি পরিবর্তন ৩২ ফু-সে সে বা ৯৮১ সেমি-সে-সে। (f.s. or cm.ss)।

আবার গতি পরিবর্তন দুই প্রকার হইতে পারে, এক ভাব ও পরিবর্তনশীল। যদি সকল সময়েই পরিবর্তনের হার একরূপ থাকে তাহা হইলে তাহাকে একভাব গতি-পরিবর্তন (Uniform acceleration) বলে। আর যদি পরিবর্তনের হার একরূপ না থাকে তাহা হইলে তাহাকে পরিবর্তনশীল গতি-পরিবর্তন (Variable acceleration) বলে। যথা—একটা বস্তুর গতি ১ম সেকেণ্ডে ৫ ফু-সে, ২য় তে ৮ ফু-সে, ৩য় তে ১১ ফু-সে, ৪র্থ ১৪ ফু-সে, ৫ তে ১৮ ফু-সে, ৬ তে ২০ ফু-সে। ইহা হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে প্রথম চারি সেকেণ্ড ধরিয়া বস্তুর গতি সমপরিমাণে পরিবর্তিত হইয়াছে অর্থাৎ এই সময়ের জন্য ইহার গতি পরিবর্তন একভাব ও তাহা ৩ ফু-সে-সে। কিন্তু সময় ৬ সেকেণ্ড ধরিয়া দেখিলে বলিতে হইবে যে ইহার গতি পরিবর্তন পরিবর্তনশীল।

**প্রাচুর্য (Momentum)**—গতিজানিত বস্তুর অবস্থাকে ধাক্কা বা মোমেন্টাম বলে। ইহা বস্তুর পদার্থের পরিমাণ ও গতির গুণফল দ্বারা পরিমিত হয়।  $M = m \times v$

**বলে ( Force )**—যাহা বস্তুর গতি জনিত অবস্থার পরিবর্তন করে ( বা পরিবর্তনের চেষ্টা করে ) তাহাকে বল বা ফোর্স বলে ।

অতএব বল, ধাক্কা পরিবর্তনের হেতু ; সুতরাং ধাক্কা পরিবর্তনের হার বলের অনুরূপ হয়—সুতরাং

$$ব \propto \frac{প \times গ_2 - প \times গ_1}{সে ( সময় )} \quad \text{কিংবা} \quad ব \propto \frac{প ( গ_2 - গ_1 )}{সে}$$

অথবা,  $ব \propto প \times গতি পরিবর্তন$ —

বা  $ব = ক \times প \times গতি-পরিবর্তন$ —(ক = অপরিবর্তনীয় সংখ্যা)

এখন, যদি, যখন  $প = ১$ , গতি পরিবর্তন  $= ১$ , সেই সময়ের বলকে একক বল বলিয়া ধরা হয়. তাহা হইলে,  $১ = ক \times ১ \times ১$

অর্থাৎ,  $ক = ১$  এবং  $ব = প \times গতি পরিবর্তন$

**একক বলে ( Unit force )**—যে বল একক পরিমাণ পদার্থের উপর একক গতি-পরিবর্তন আনে তাহাকে ‘একক বল’ বলে । ব্রিটিশ ধারায় একক বলকে পাউণ্ড্যাল বলে, ইহা ১ এক পাউণ্ড ওজন পদার্থের উপর ১ ফু-সে-সে গতি পরিবর্তন আনে । কিন্তু ইহা ছোট বলিয়া ইঞ্জিনিয়ারিং কার্যে পাউণ্ডের ওজনকে একক ধরা হয় । ১ পাউণ্ড ওজন  $= ১ পা \times ৩২ ফু-সে-সে = ৩২ পাউণ্ড্যাল$  । বৈজ্ঞানিক হিসাবে ডাইন ( Dyne ) কে একক ধরে । ইহা ১ গ্রাম পদার্থের উপর ১ সেমি-সে-সে গতি পরিবর্তন আনে ।

**কাজ (Work)**—কোন বল উহার নিজের দিকের লাইনের উপর কিছু দূর স্থানান্তরিত হইলেই কার্য করা হইয়াছে বুঝিতে হইবে । এই কাজ বল ও স্থানচ্যুতির দূরত্বের গুণফল দ্বারা মাপা হয় । কারণ একক বলের একক দূরত্ব স্থানচ্যুতি হইলেই একক কাজ হইয়াছে ধরা হয় ।

ব্রিটিশ ধারায় কাজের একক ১ ফু-পা অর্থাৎ ১ পা ওজনকে ১ ফু উর্ধ্বে তুলিতে যে কাজ হয় । বৈজ্ঞানিক ধারায় কাজের একককে আর্গ ( erg ) বলে । ইহা ১ ডাইন



বল'এর ১ সেমি দূরত্ব স্থানচ্যুতি ঘটিলে যে কাজ হয়। কিন্তু ইহা অত্যন্ত ছোট বলিয়া ইহার ১০<sup>৭</sup> গুণকে একক ধরে ও তাহাকে 'জুল' (joule) বলে।

কোন ব্যক্তি কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করিলে বস্তুটি যদি প্রযুক্ত বলের দিকে স্থানান্তরিত হয় তবে বলা হয় যে ব্যক্তির দ্বারা বা বস্তুর উপর কাজ করা হইয়াছে। নচেৎ, বিপরীত দিকে যাইলে বলা হয় বস্তুর উপর বা ব্যক্তির উপর কাজ হইয়াছে। বধা—বস্তুর স্বভাব নীচু দিকে যাওয়া। এখন যদি কেহ উর্দ্ধ দিকে বল প্রয়োগ করিয়া একটা বস্তুকে উত্তোলিত করে তাহা হইলে ঐ ব্যক্তির দ্বারা বা বস্তুর উপর বা পৃথিবীর আকর্ষণের বিরুদ্ধে কার্য্য করা হইল, আবার উত্তোলিত বস্তুটিকে ছাড়িয়া দিলে উহা নীচু দিকে আনিতে থাকিবে এবং কার্য্যক্ষম হইবে : তখন বস্তুর দ্বারা বা পৃথিবীর আকর্ষণের দ্বারা কার্য্য হইতেছে বলা হয়।

**ক্ষমতা (Power)**—কার্য্যকরণের হাঙ্গকে ক্ষমতা বলে। ইহা ব্রিটিশ ধারায় অশ্বের ক্ষমতার দ্বারা পরিমিত হয়। তাহাকে অশ্ব-ক্ষমতা (অ-ক্ষ) বা হর্ষ-পাওয়ার (Horse-Power সংক্ষেপে এচ্. পী, H. P.) বলে। ১ অ-ক্ষ = ৩৩০০০ ফু-পা-মি। বৈজ্ঞানিক ধারায় ইহা ওয়াট (Watt) দ্বারা পরিমিত হয়। ১ ওয়াট = ১ জু-সে বা ১০<sup>৭</sup> আর্গ-সেকেণ্ড।

**শক্তি (Energy)**—কোন বস্তুতে বাহ্যিক দরুণ ইহা কাজ করিতে সমর্থ হয় তাহাকে শক্তি বা এনার্জি বলে। শক্তি দুই প্রকার,—

(১) গতিক শক্তি (Kinetic energy. কাইনেটিক)।

(২) আবস্থিক শক্তি (Potential energy. পোটেনশ্যাল)।

(১) গতিক শক্তি :—গতি হেতু বস্তুর মধ্যে যে শক্তি থাকে তাহাকে গতিক শক্তি বলে। গতিরোধ কালে এই শক্তি হইতে কাজ পাওয়া যায়।

২। আবস্থিক শক্তি :—কোন বস্তু স্বাভাবিক অবস্থায় না থাকিয়া নুতন অবস্থায় থাকা হেতু যে শক্তি, তাহাকে আবস্থিক শক্তি বলে। ইহা হইতে কার্য্য পাইতে হইলে ইহাকে গতিতে পরিণত হইতে হয়, নতুবা স্থানান্তর ঘটিতে পারে না।

**কল (Machine)** :—যাহা অথবা কোন বস্তুর শক্তি হইতে চালিত হইয়া সুবিধামত ভাবে কার্য্য প্রদান করে তাহাকে 'কল' বলে।

**কলের পারকতা (Mechanical Efficiency)**—কল হইতে প্রাপ্ত কার্যের সহিত কলের মধ্যে প্রদত্ত কার্যের সম্বন্ধকে কলের পারকতা বলে। ইহা সাধারণতঃ শতকরা হিসাবে পরিমিত হয়।

**ওজন (Weight)**—কোন বস্তুর পদার্থকে পৃথিবী যে জোরে টানে তাহাকে ঐ বস্তুটির ওজন বলে। ইহা পদার্থের পরিমাণ ও পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বস্তুটির কেন্দ্রের ব্যবধানের উপর নির্ভর করে।

**মাধ্যাকর্ষণ (Gravity)**—পৃথিবীর উপরিস্থ প্রত্যেক বস্তুর প্রতি পৃথিবীর টানকে মাধ্যাকর্ষণ বলে। এই আকর্ষণ পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বস্তুটির কেন্দ্রের ব্যবধানের উপর নির্ভর করে। পৃথিবীর বহির্ভাগে এই ব্যবধান যত অধিক, এই টান ব্যবধান-বর্গের বিরূপভাবে কম ও অন্তর্ভাগে এই ব্যবধান যত কম টানও তত কম। অতএব ঠিক কেন্দ্রে টান কিছুই নাই এবং পৃথিবীর ঠিক উপরিভাগে এই টান সর্বাপেক্ষা অধিক এবং ইহার জ্ঞা প্রত্যেক বস্তুর উপর ৩২ ফু-সে-সে বা ৯৮১ সেমি-সে-সে গতি-পরিবর্তন হয়।

**গাঢ়তা (Density)**—পদার্থের ঘনতা। ইহা একক আয়তনের মধ্যস্থ পদার্থের পরিমাণ দ্বারা পরিমিত হয়। যথা—জলের ঘনতা ১ ঘন ফুটে ৬২.৪ পাউণ্ড।

**বিভিন্ন দ্রব্যের ঘনতা (পাউণ্ড হিসাবে এক ঘন ফুটের ওজন)।**

চিনা লৌহ (Cast Iron)	৪৭০ পা:	ইষ্টক গাঁথুনী (Brick work)	১১২ পা:
বাল্লা লৌহ (W I)	৪২০ „	সেউগ কাঠ	৫০ „
তাম্র (Copper)	৫৫০ „	দেবদার কাঠ	৪০ „
পার (Mercury)	৮৪২ „	পেট্রোল (Petrol)	৫০ „
অ্যালুমিনিয়াম (Aluminium)	১৬০ „	বায়ু ০° সেন্টিগ্রেড	
সীসা (Lead)	৭০০ „	(১ পা = ১০.১৪ ঘন ফুট)	০.৭৬ „
জল (Water)	৬২.৪ „	কোল গ্যাস (Coal Gas)	০.৩৫৪ „

**আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity)**—কোন বস্তুর ওজনের সহিত সমআয়তনের জলের ওজনের সম্বন্ধকে আপেক্ষিক গুরুত্ব বা স্পেসিফিক গ্র্যাভিটি বলে। যথা—পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৬। অর্থাৎ সমআয়তনের জল ও পারদ লইলে পারদ জলের ১৩.৬ গুণ ভারী হয়। বায়বীয় পদার্থের বেলায় হাইড্রোজেন গ্যাসের সহিত তুলনা করা হয়।

লোহ (ইস্পাত)	৭.১—৭.৮	শোলা	২২—২৬
গীসা	১১	সেগুন কাঠ	৬৬—৮৮
রৌপ্য	১০.৬	বাঁশ	৩১—৪
তাম্র	৮.৮—৮.৯৫		

**চাপ (Pressure)**—কোন স্থানে একটা বস্তু রাখিলে, বস্তুটির ওজন ঐ স্থানের উপর সংরক্ষিত হইতেছে, অর্থাৎ স্থানটা চাপ পাইতেছে। এই চাপ একক পরিমিত স্থানের উপর যে বল পাড়িতেছে তদ্বারা পরিমিত হয়। ধারক পাত্রের সকল দিকের গাত্রে বায়বীয় পদার্থ চাপ দেয়।

**চাপমান (Pressure Gauge)**—এই যন্ত্রের দ্বারা বায়বীয় পদার্থের চাপ প্রতি বর্গ ইঞ্চির উপর পাউণ্ড ওজন হিসাবে পরিমিত হয়।

**বাস্কু চাপমান (Barometer)**—এই যন্ত্রে বায়ুর চাপ পরিদৃষ্ট হয়, ইহাতে সাধারণতঃ পারদ বা অন্য কোন তরল পদার্থের স্তম্ভের উচ্চতা দ্বারা বায়ুর চাপ সামলান হয়। এই স্তম্ভের উচ্চতাই ঐ চাপের পরিমাণ। যথা, বায়ুর চাপ পারদের ৩০ ইঞ্চি বা জলের ৩৪ ফুট। পাউণ্ড ওজন হিসাবে ইহা প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৪.৭ পাউণ্ড।

**ঘর্ষণ বা ফ্রিকশান্ (Friction)**—যদি দুইটা বস্তুকে একত্রে ঠেকাইয়া রাখা হয় ও একটিকে অপরটির উপর চালাইবার চেষ্টা করা হয়, তাহা হইলে উহার গমনে বাধা দায়ক একটা বল অনুভূত হইবে। ইহাকেই ঘর্ষণোদ্ভূত বা ঘর্ষণিক বাধা বলে। বিশেষ উপায় দ্বারা ইহাকে হ্রাস করিতে পাওয়া যায় বটে কিন্তু ইহাকে একেবারে নষ্ট করা যায় না। ঘর্ষণিক বাধা সম্বন্ধে নিম্নলিখিত নিয়মগুলি পাওয়া যায় ;—

- ১। বার্ষিক বাধা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির মধ্যস্থ চাপের অনুরূপ।
- ২। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির স্বভাব ও অবস্থার উপর নির্ভর করে।
- ৩। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির বিস্তৃতির উপর নির্ভর করে না, অতএব একক বিস্তৃতির উপরিস্থ চাপের নির্ভর করে না।
- ৪। ইহা ঘর্ষণের গতির উপর নির্ভর করে যদি গতির হ্রাস বৃদ্ধি অত্যধিক হয়। গতি বৃদ্ধি হইলে ইহা কমে ও হ্রাস হইলে ইহা বাড়ে।

**কোএফিসিয়েন্ট অফ্ ফ্রিক্সান্ (Coefficient of Friction)**—কোন বস্তুকে বার্ষিক বাধা অতিক্রম করাইতে হইলে তাহার ওজনের যত গুণ বল প্রয়োজন হয় তাহাকে কোএফিসিয়েন্ট অফ্ ফ্রিক্সান্ বলে। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির অবস্থা ও স্বভাবের উপর নির্ভর করে। ইহা সাধারণ অবস্থায় ঐ গাত্রগুলির মধ্যস্থ চাপের উপর নির্ভর করে না কিন্তু চাপ যদি এত অধিক হয় যে গাত্র চেপ্টাইয়া যাইবার সম্ভাবনা, তাহা হইলে ইহা অত্যন্ত অধিক হয়। ইহা ঘর্ষণের গতির উপর নির্ভর করে না (যতক্ষণ না গতির হ্রাস বৃদ্ধি অত্যধিক হয়)।

কোএফিসিয়েন্ট অফ্ ফ্রিক্সান্ গাত্রের স্বভাব ও অবস্থার উপর নির্ভর করে বালয়া বিশেষ বিশেষ পদার্থ ও তাহাদেও গাত্রের অবস্থার পরিবর্তন দ্বারা বার্ষিক বাধার হ্রাসবৃদ্ধি হইতে পারে। যথা, বাধা কমাইতে হইলে—

- ১। ধাতব পদার্থ ব্যবহার—
- ২। গাত্রগুলিকে মসৃন করণ—
- ৩। পিচ্ছিল করণ—

**কোএফিসিয়েন্ট অফ্ ফ্রিক্সানেসের তালিকা।**

তৈলাক্ত মসৃণ ধাতুর সহিত ধাতুর ঘর্ষণ—০.৮ হইতে ০.২।

( বিনা তৈল, ) মসৃণ ধাতুর সহিত ধাতুর ঘর্ষণ—০.১৭।

কাঠে কাঠে ঘর্ষণ ( মসৃণ )—০.৩।

পাথরের সহিত পাথরের ঘর্ষণ ( মসৃণ )—০.৬৫।

চাকার উপর প্রতি টন পিছু বার্ষিক প্রতিবন্ধকতা।

রেল লাইনের উপর ৪ হইতে ৮ পাউণ্ড	বা	৬৬৮ হইতে ৬৮৮
ট্রাম লাইনের উপর ১৪ পা:	বা	১৬৮
সাধারণ রাস্তার উপর ৩৩ পা:	বা	৬৮
ম্যাকাডাম রাস্তার উপর ৪৬ হইতে ৬৭ পা:	বা	৮৮ হইতে ৯৬
কাঁকর রাস্তার উপর ১৫০ পা:	বা	১৮

## পিচ্ছিল পদার্থ ও পিচ্ছিল করণের তালিকা

১। কম উত্তাপাবস্থায়,	হাল্কা খনিজ তৈল,
২। অত্যন্ত অধিক চাপ ও মন্দগতি,	{ গ্রাফাইট, সোপ-স্টোন ও অগ্ন্যস্ত কঠিন পিচ্ছিলকারী বস্তু।
৩। অধিক চাপ ও মন্দগতি,	{ গ্রাফাইট ও চর্কি, গ্রীজ বা অগ্ন্যস্ত পদার্থ।
৪। অধিক চাপ ও ক্ষিপ্ৰগতি,	{ স্পাম-তৈল, রেডার তৈল ও ভারী খনিজ পিচ্ছিল তৈল।
৫। অল্প চাপ ও ক্ষিপ্ৰ গতি	{ স্পাম, পরিস্কৃত খনিজ, অনিও, রেপ বা তুলাবিচির তৈল।
৬। সাধারণ কল কড়া,	{ চর্কি ভারী খনিজ তৈল, ও ভারী সবজী তৈল।
৬। স্তিম সিলিগার,	ভারী খনিজ তৈল।
৮। ট্যাক-বডি ও সোধিন কল কড়া,	নোটস্ কুট, পরপয়েজ, অলিভ, ও হাল্কা খনিজ তৈল।

## উত্তাপ (Heat)

তাপ ও তপ্ততা, (Heat and Temperature) — তাপ শক্তির একপ্রকার রূপ। তাপের (heat) দরুণ বস্তুর তপ্ততা (temperature) পারবর্তন ঘটে। তাপ যত অধিক দেওয়া যায় বস্তুর তপ্ততা ততই বাড়ে ও যত অধিক কমান হয় অর্থাৎ বাহ্যে করিয়া লওয়া হয়। তপ্ততা ততই কমে বা বস্তু ততই শীতল হয়। বস্তুতঃ দেখিতে গেলে তাপ বস্তুর মধ্যে পদার্থের অণুপরমাণুগুলির কম্পন বিশিষ্ট কাইনেটিক্ এনার্জিরূপে থাকে।

তপ্ততামান বা থার্মোমিটার (Thermometer) :—ইহার দ্বারা তপ্ততা নির্দ্ধারিত হয়। ইহা সাধারণতঃ কাঁচ নির্মিত। একটা কাচের লম্বা সরু চোঙার (tube) একদিক জোড়া ও অপর দিকটা ফাঁপা বাল্বে পরিণত। ঐ বাল্বটির মধ্যে সাধারণতঃ পারদ থাকে ও চোঙটির গাত্রে দাগ কাটা থাকে। এই দাগগুলির ব্যবধান ডিগ্রি (°) বা ডিগ্রির অংশ। সরু নলী-মধ্যস্থ পারদ যে দাগের সহিত সমান হইয়া

থাকে সেই দাগের দ্বারা যত ডিগ্রি বৃদ্ধি তাহাই তপ্ততা বা টেম্পারেচার। বলা বাহুল্য যে পারদ-থার্মোমিটারের মধ্যে পারদ ব্যতীত বায়ু বা অন্য কোন পদার্থ থাকে না।

**তপ্ততা মাপের পদ্ধতি (Scale of Temperature)**  
—টেম্পারেচার তিন প্রকারে পরিমিত হয়, ১। সেন্টিগ্রেড্ (Centigrade), ২। ফারনহেইট, (Fahrenheit), ৩। রোমার (Reaumur)।

১। সেন্টিগ্রেড্ হিসাবে বরফ যে টেম্পারেচারে গলে তাহাকে  $0^{\circ}\text{C}$  ও জলের টেম্পারেচারে নর্মাল বায়ুচাপে (৭৬ সেমিঃ) ফুটে তাহাকে  $100^{\circ}\text{C}$  ধরা হয় ও মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ১০০টি ভাগ করিয়া তাহাদের প্রত্যেকটিকে  $1^{\circ}$  বলে। এই টেম্পারেচার হিসাব বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে ব্যবহৃত হয়।

২। ফারনহেইট হিসাবে বরফের গলনের টেম্পারেচার হইতে জলের নর্মাল বায়ুচাপে ফুটনের টেম্পারেচারের মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ১৮০ ভাগ করা হইয়াছে এবং বরফ ও লবণের মিশ্রণে যে ফ্রিজিং মিক্চার হয় তদ্বারা যে সর্বাপেক্ষা কম টেম্পারেচার পাওয়া যায় তাহাকে  $0^{\circ}\text{F}$  ধরা হয়। ইহা বরফের গলনের টেম্পারেচার হইতে ১৮০ ভাগে বিভক্ত ক্ষুদ্র দাগের মত ৩২ দাগ নিয়ে। অতএব বরফের গলনের টেম্পারেচার  $32^{\circ}\text{F}$  ও জলের ফুটনের টেম্পারেচার  $180 + 32 = 212^{\circ}\text{F}$ । এই টেম্পারেচারের হিসাব ব্রিটিশ প্রণালীতে ব্যবহৃত হয়।

৩। রোমার হিসাবে বরফের গলনের টেম্পারেচারকে  $0^{\circ}\text{R}$  (রো) ও জলের ফুটনের টেম্পারেচারকে  $80^{\circ}\text{R}$  (রো) ধরা হয় ও মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ৮০ ভাগ করা হইয়াছে। এক্ষণে প্রত্যেক ভাগকে  $1^{\circ}\text{R}$  (রো) বলে। ইহা সচরাচর ব্যবহার হয় না।

**ধারাস্তকরণ :—**উর্লিখিত হিসাবগুলি হইতে স্পষ্টই দোঁখিতে পাওয়া

$$\text{যায় যে ;—} \quad \frac{\text{সেন্টি}}{100} = \frac{\text{ফা} - 32}{180} = \frac{\text{রো}}{80}$$

**তাপের একক (Unit of Heat)**—১পা জলকে  $1^{\circ}\text{F}$  উত্তপ্ত করিতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তাহাকে ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (B. Th. U.) বলে। ১ গ্র্যাম্ জলকে  $1^{\circ}\text{C}$  উত্তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহাকে ১ ক্যালরী (Calorie) বলে। ইহা বৈজ্ঞানিক ‘একক’।

**আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat)**—কোন বস্তুকে কিছু ডিগ্রি তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহার সহিত সম ওজনের জলকে সমান তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহার সম্বন্ধকে আপেক্ষিক তাপ বলে। ইহা বস্তুর জন্ত তাপকে জলের জন্ত তাপ দ্বারা ভাগ করিয়া পাওয়া যায়।

## বিভিন্ন বস্তুর আক্ষেপিক তাপ—

লৌহ—Iron—	১১৪	কাঁচফ্লিন্ট—Glass Flint—	১১৭
তাম্র—Copper—	৯৫	বরফ—Ice—	৫
সীসা—Lead—	৩১	জল—Water—	১
পারদ—Mercury—	৩৩	বায়ু—Air—	২৩৭
রৌপ্য—Silver—	৫৫	বাষ্প—Steam—	৫

**তাপ ধারণ ক্ষমতা—(Thermal Capacity)—**বস্তুর উত্তাপ ধারণের ক্ষমতাকে থার্মাল কেপাসিটি বা তাপধারণ ক্ষমতা বলে। ইহা বস্তুটিকে ১° তপ্ত করিতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তদ্বারা পরিমিত হয়। ইহা বস্তুর পদার্থের পরিমাণকে আপেক্ষিক উত্তাপ দ্বারা গুণ করিয়া পাওয়া যায়।

## তাপ সম্বন্ধীয় গণনা।

- ১ পাঃ জলকে ১০ ফা তপ্ত করিতে ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট  
ক পা " ১° ফা " ক × ১ = ক "  
ক পা " থ° ফা " ক × থ " "  
(১) ক পা অল্প বস্তু বাহার স্পেসিফিক হিট গ থ° ফা ক × থ × গ "  
আর তপ্ত ও শীতল বস্তুর সংমিশ্রণে, (২) নির্গত তাপ = আগত তাপ।

## উত্তাপের উৎপত্তি স্থান (Sources of Heat) —

- ১। সূর্য।
- ২। রাসায়নিক ক্রিয়া (যথা, দহন ইত্যাদি)।
- ৩। অবস্থার পরিবর্তন (যথা, বাষ্পকে জলে পরিণত করিবার সময়)।
- ৪। কার্যকরণ (যথা, ঘর্ষণ ইত্যাদি দ্বারা)।
- ৫। তড়িৎপ্রবাহ (যথা, বৈদ্যুতিক আলোক)।
- ৬। পৃথিবীর আভ্যন্তরিক তাপ।

## তাপের ফল (Effects of Heat)—

- ১। আয়তন পরিবর্তন (Change of Volume)।
- ২। তপ্ততা পরিবর্তন (Change of Temperature)।
- ৩। অবস্থা পরিবর্তন (Change of State)।
- ৪। আভ্যন্তরিক শক্তির পরিবর্তন (Change of Internal Stress)।
- ৫। রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical Action)।
- ৬। বৈদ্যুতিক পরিণাম (Electrical Effects)।

১। তপ্ত করিলে প্রায় সকল বস্তুই আয়তন বৃদ্ধি হয়। তপ্ততা যত অধিক হয় আয়তন বৃদ্ধিও ততই অধিক হইয়া থাকে। শীতল করিলে ঠিক ঐভাবে সঙ্কোচন হইয়া থাকে। কঠিন পদার্থের ১ আয়তনের ১° তপ্ততায় যে পরিমাণ আয়তন বৃদ্ধি হয় তাহাকে উহার বিস্তারণ হার (Coefficient of Dilatation) বলে। তরল ও বায়বীয় পদার্থের বেলায় ০° র ১ আয়তনের ১° তপ্ততায় যে পরিমাণ আয়তন বৃদ্ধি হয় তাহাকে উহাদের বিস্তারণ হার বলে। সমস্ত বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ হার প্রায় একই রূপ, কিন্তু বিভিন্ন প্রকারের কঠিন ও তরল পদার্থের বিভিন্ন বিস্তারণ হার। তরল ও বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ বলিলে তাহাদের আয়তনের বিস্তারণই বুঝায়, কিন্তু কঠিনের বেলায় কেবল মাত্র দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি (যথা, স্রু তারের বেলায়) বা বিস্তৃতির বৃদ্ধি (পাতের বেলায়) বা আয়তন বৃদ্ধি বুঝাইতে পারে। সেই জন্য কঠিনের বিস্তারণ হারে কেবল মাত্র দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির হার দেওয়া হইল। বিস্তৃতি বৃদ্ধির হার ইহার দুই গুণ ও আয়তন বৃদ্ধির হার উহার তিন গুণ। বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ সম্বন্ধে পরে আরও কিছু বণিত হইবে।

বিস্তারণ হারের তালিকা Table of co-efficient of Expansion

কাঁচ	...	০.০০০০৮৬	দস্তা	...	০.০০০২৯
প্লাটিনাম	...	০.০০০০৮৬	স্বার	...	০.০০০৪৮৭
লৌহ	...	০.০০০০১২	বরফ	...	০.০০০০৫
তাম্র	...	০.০০০০১৭	বায়ু	...	০.০০৩৬৭
পিত্তল	...	০.০০০০১৯	হাইড্রোজেন	...	০.০০৩৬৬

২। তাপ দানে সকল বস্তুই তপ্ততা বৃদ্ধি হয় (যতক্ষণ অবস্থা পরিবর্তন না হয়)। তপ্ততা বৃদ্ধি আয়তন বৃদ্ধির অনুরূপ হয় বলিয়া আয়তন বৃদ্ধি দ্বারা ইহা পরিমিত হয়। থার্মোমিটারে যে বস্তু ব্যবহার হয় তাহার আয়তন বৃদ্ধি হইতেই তপ্ততা পরিদৃষ্ট হয়। ততরাং থার্মোমিটারে একরূপ বস্তুর ব্যবহার বিধেয় যাহার বিস্তারণ হার সকল তপ্ততায় প্রায় এক ভাব অথচ কাঁচগাত্রে জড়াইয়া না যায়। একরূপ বস্তু সকলের মধ্যে পারদই সর্বোৎকৃষ্ট। স্থল বিশেষে বায়ু ও এ্যালকোহল ব্যবহার হইয়া থাকে। শেযোক্তির বেলায় উহাকে পারদ থার্মোমিটারের সহিত তুলনা করিয়া লইতে হয়।

৩। প্রায় সকল বস্তুই কঠিন, তরল ও বায়বীয় এই তিন অবস্থার মধ্যে যে কোন অবস্থায় থাকিতে পারে। তাপের যোগ বা বিয়োগে প্রায় সকল বস্তুই বস্তু বিশেষে বিশিষ্ট বিশিষ্ট তপ্ততায় অবস্থান্তর ঘটান যায়। একরূপ অবস্থান্তর ঘটনের সময় যে বস্তুটির দ্রবস্থান্তর ঘটিতেছে তাহার তপ্ততা পরিবর্তন হয় না।

তাপযোগে কঠিন হইতে তরল অবস্থায় যাওয়ারকে গলন বা মেল্টিং (Melting), তরল হইতে বাষ্পীয় অবস্থায় যাওয়ারকে বাষ্পীভবন বা ভেপারাইজেশান (Vapourisation) ও কঠিন হইতে বাষ্পীয় অবস্থায় যাওয়ারকে সাব্লিমেশান (Sublimation) বলে এবং তাপ বিয়োগে বাষ্পীয় হইতে তরল বা কঠিন অবস্থায় আসাকে তবলতায় বা কঠিনতায় ঘনীভবন (Condensation into liquid or solid) ও তরল হইতে কঠিন অবস্থায়



আনাকে ক্রিয়া বাওয়া বা ফ্রিজিং (Freezing) বলে। এতদ্ব্যতীত মেল্টিং ও ফ্রিজিং একই তত্ত্ব, আর ফুটন (Boiling) ও তারল্য ঘনীভবন (Condensation) একই তত্ত্ব হয়। যে তত্ত্ব এগুলি ঘটে তাহাদিগকে যথাক্রমে মেল্টিং পয়েন্ট (Melting point) বা ফ্রিজিং পয়েন্ট (Freezing point) ও বয়েলিং পয়েন্ট (Boiling point) বলে।

দ্রষ্টব্য,—অনেক তরল পদার্থ হইতে প্রায় সকল তত্ত্ব ধীরে ধীরে উহার উপর হইতে বাষ্প হয়। এরূপ বাষ্পীভবনকে ইভাপোরেশন (Evaporation) বলে। কিন্তু যে অবস্থায় তরল পদার্থের যে কোন স্থানে বাষ্প হইতে পারে তাহাকে ফুটন বা বয়েলিং বলে।

চাপ পরিবর্তনে মেল্টিং পয়েন্টের অতি অল্প পরিবর্তন ঘটে কিন্তু বয়েলিং পয়েন্টের বিশেষ পরিবর্তন ঘটিয়া থাকে।

কতকগুলি দ্রব্যের মেল্টিং ও বয়েলিং পয়েন্ট নিম্নে প্রদত্ত হইল।

### ধাতু বিগলনের তত্ত্ব।

মেল্টিং পয়েন্ট।

চীন লৌহ—	২১০০° ফা	দস্তা—	৭৭০° ফা
বাঙ্গালী লৌহ—	৩০০০° „	রাং—	৪৪২° „
ইম্পাত—	২৭০০° „	গান মেটাল—	১২০০° „
তাম্র—	১২২৭° „	সীসা—	৬১৩° „
পিত্তল	১৭০০° হইতে ১২০০° „	হোয়াইট মেটাল—	৭০০° হইতে ৪০০° „

বয়েলিং পয়েন্ট—(নর্মাল চাপে)

জল	২১২° ফা	তাম্র	... ৪১২০° ফা
পারদ	৬৪৬° „	লৌহ	৪৪৪২° „

অবস্থা পরিবর্তনে আয়তন পরিবর্তন।

গলনের সময় লৌহ, পিত্তল ও বরফ প্রভৃতি কতিপয় দ্রব্যের আয়তন কমে আর অগ্নি বস্তুর আয়তন বাড়ে। এইজন্য লৌহ ও পিত্তল দ্বারা ঢালাইয়ের কাজ ভাল হয়। কিন্তু বাষ্পীভবনের সময় সকলেরই আয়তন বিশেষরূপ বাড়ে। যথা—পেট্রোল বাষ্প পেট্রলের ২৬ গুণ ষ্টিম জলের ১৬৫০ গুণ।

**অদৃশ্য তাপ (Latent Heat)**—পূর্বেই বলা হইয়াছে যে অবস্থা পরিবর্তন করিতে হইলে তাপের যোগ বা বিয়োগ করিতে হইবে, অথচ অবস্থা পরিবর্তনকালে তপ্ততা পরিবর্তন হয় না। এরূপ তাপকে অদৃশ্য তাপ বলে।

ব্রিটিশ প্রণালীতে ১ পা ও বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে ১ গ্রাম পদার্থের বিনা তপ্ততা পরিবর্তনে অবস্থা পরিবর্তন করিতে যে তাপ লাগে তাহাকে অদৃশ্য তাপ বলে। গলনের সময় তাহাকে গলনের অদৃশ্য তাপ (Latent Heat of Fusion) আর বাষ্পীভবনের সময় বাষ্পীভবনের অদৃশ্য তাপ (Latent Heat of Vaporization) বলে। কতিপয় ত্রব্যের—

গলনের অদৃশ্য তাপ		বাষ্পীভবনের অদৃশ্য তাপ	
বরফ—	১৪৪	জল	২৬৭
চাকের মোম—	৭৬	সীসা—	৬১৪

৪। তপ্ত করিলে প্রায় সকল বস্তুরই আভ্যন্তরিক শক্তি কমে। এই জন্তই লৌহের গঠন পরিবর্তন করিতে হইলে উহাকে গরম করিয়া লাল করিতে হয়।

৫। অনেক রাসায়নিক ক্রিয়া তাপবোধে সাধিত হয়। যথা—কয়লাকে গরম করিলে উহা বায়ুর অক্সিজেন-গ্যাসের সহিত মিশিতে সক্ষম হয়। ইহাকেই জ্বলন বলে।

### বায়বীয় পদার্থের বিস্তারন—

**বয়েল্‌স্‌-ল (Boyle's Law)**—একই তপ্ততায় বায়বীয় পদার্থের আয়তন চাপের বিপরীত ভাবে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ চাপ যত বাড়ে আয়তন তত কমে ও চাপ যত কমে আয়তন তত বাড়ে।

অর্থাৎ  $V = \text{Volume} \propto \frac{1}{P} \quad (P = \text{Pressure})$

অর্থাৎ  $V \times P = K \quad (\text{অপারবর্তনীয় সংখ্যা}) \quad (V \times P = K)$

যথা, ২০ পা চাপে আয়তন ৩০ ঘন ইঞ্চি হইলে ১০ পা চাপে ৬০ ঘন ইঞ্চি বা ৪০ পা চাপে ১৫ ঘনইঞ্চি হইবে। সকল সময়েই  $V \times P = ২০ \times ৩০ = ১০ \times ৬০ = ৪০ \times ১৫ = ৬০০$ ।

**চার্লস্‌-ল (Charles' Law)**—চাপ একভাবে রাখিলে গ্যাসের আয়তন প্রতি ১° সেন্টি বা ফা তপ্ততায় উহার ১° আয়তনের

$\frac{1}{273}$  বা  $\frac{1}{801}$  ভাগ বাড়ে। ইহাই গ্যাসের বৈজ্ঞানিক বা

ব্রিটিশ প্রণালীর বিস্তারন হয়।

ইহাতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে যদি কোন গ্যাসকে  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি বা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা পর্যন্ত শীতল করা হয়, তাহা হইলে উহার আয়তন শূন্য হইবে। এই তপ্ততাকে  $0^{\circ}$  এ্যাব্‌সোলিউট্ (Absolute—সম্পূর্ণ) বলে।

এ্যাব্‌সোলিউট্, জিরো—(Absolute Zero)—যে তপ্ততায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। সেন্টিগ্রেড্ প্রণালীতে উহা  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি ও ব্রিটিশ প্রণালাতে উহা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা।

এ্যাব্‌সোলিউট্, টেম্পারেচার—এই  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি বা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা কে  $0^{\circ}$  ধরিয়া কোন সাধারণ টেম্পারেচার যাহা দাঁড়ায় তাহাকে এ্যাব্‌সোলিউট্ টেম্পারেচার বলে। তাহা সাধারণ টেম্পারেচারটিতে বৈজ্ঞানিক প্রণালী হইলে  $২৭৩^{\circ}$  ও ব্রিটিশ প্রণালা হইলে  $৪৬১^{\circ}$  যোগ করিয়া পাওয়া যায়। যথা—জলের বয়েলিং পয়েন্ট  $১০০^{\circ}$  সেন্টি বা  $১০০ + ২৭৩ = ৩৭৩^{\circ}$  এ্যাব্‌সোলিউট্ সেন্টি অথবা  $২১২^{\circ}$  ফা বা  $২১২ + ৪৬১ = ৬৭৩^{\circ}$  এ্যাব্‌ফা।

আয়তন এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততার অনু-রূপ  $\propto$ —এ্যাব্‌সোলিউট্,  $0^{\circ}$  তে আয়তন  $0$  ও এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততা যত বাড়ে আয়তনও ততই বাড়ে। অতএব আয়তন এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততার অনুরূপ। অর্থাৎ, আয়তন  $\propto$  এ্যাব্‌সোলিউট্ তপ্ততা।

বা  $\frac{\text{আয়তন}}{\text{এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততা}} = \text{ক (অপরিবর্তনীয়)}$

আবার, চাপের সহিত বয়েল্‌স্-ল সংযোগ করিলে—

$$\frac{\text{আয়তন} \times \text{চাপ}}{\text{এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততা}} = \text{ক} \quad \left\{ \frac{P \times V}{T} = K \right\}$$

চাপ পরিবর্তন হার ('চারল্‌স্-ল') :—

উল্লিখিত সূত্রটিতে আয়তনের ও এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততার সহিত চাপের যেকোন সঙ্ঘর্ষ, চাপ ও এ্যাব্‌সোলিউট্, তপ্ততার সহিত আয়তনেরও ঠিক সেইরূপ সঙ্ঘর্ষ। সুতরাং একভাবে চাপে তপ্ততা পরিবর্তনে আয়তনের যেকোন পরিবর্তন ঘটে ('চারল্‌স্-ল') একভাবে আয়তনে তপ্ততা পরিবর্তনে চাপেরও ঠিক সেইরূপ পরিবর্তন ঘটিবে। ইহাকেই চাপ পরিবর্তন হারের চারল্‌স্-ল বলে। অর্থাৎ—একভাবে আয়তনের প্রতি

১° তপ্ততা পরিবর্তনে চাপ ০° চাপের হ্রাস বা বৃদ্ধি (বৈজ্ঞানিক বা ব্রিটিশ ডিগ্রী (°) অনুযায়ী) ভাগ করিয়া পরিবর্তিত হয়।

**সম তপ্ততাবস্থা (Isothermal Condition)**—

যদি কোন গ্যাসের অবস্থা পরিবর্তন কালে তপ্ততা পরিবর্তন না হয়, অর্থাৎ বয়েল-ল অনুসারে অবস্থা পরিবর্তন ঘটে তাহা হইলে গ্যাসের ঐ অবস্থাকে সম তপ্ততাবস্থা বলে। সমতপ্ততায় পরিবর্তনকালে গ্যাসের তপ্ততা বৃদ্ধি পাইবার চেষ্টা পাইলে উহা হইতে তাপ বহির্গত করাইয়া দিয়া বা তপ্ততা হ্রাস পাইবা চেষ্টা পাইলে উহার মধ্যে বাহির হইতে তাপ প্রবেশ করাইয়া সকল সময় তপ্ততা এক ভাব রাখিতে হয়।

**সম তাপাবস্থা (Adiabatic Condition)**—যদি কোন গ্যাসের অবস্থা পরিবর্তন কালে বাহ্যিক হইতে উহার মধ্যে তাপ প্রবেশ হইতে বা উহার মধ্যে হইতে বহির্গত হইতে দেওয়া না হয় তাহা হইলে তাহাকে সমতাপাবস্থা বলে।

**তাপবল-বিজ্ঞান (Thermo-Dynamics)**—১ম নিয়ম (1st Law)—যখন তাপকে কার্যে বা কার্যকে তাপে পরিণত করা হয় তখন দেখিতে পাওয়া যায় যে সকল সময়েই তাপের পরিমাণ ও কার্যের পরিমাণের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সম্বন্ধ আছে, এবং সেই সম্বন্ধটি এই যে প্রতি ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট ৭৭৮ ফু-পা কার্যের সহিত সমান। ইহাকে জুল্ হুইটভ্যালেন্ট বলে, কারণ ডাঃ জুল (Dr. Joule) প্রথম এই নির্দিষ্ট সম্বন্ধের বিষয় বলেন। ২য় নিয়ম (2nd Law) তাপ স্বভাবতঃ উচ্চ তপ্ততা হইতে নিম্ন তপ্ততায় যায় কিন্তু নিম্ন তপ্ততা হইতে উচ্চ তপ্ততায় যাইতে হইলে বাহ্যিক কার্যকরণ প্রয়োজন। যেমন—জল স্বভাবতঃ উচ্চ হইতে নিম্নে যায় কিন্তু নিম্ন হইতে উচ্চে যাইতে হইলে নিজে নিজে পারে না; কাহাকেও কার্য করিতে হয়।

**বিস্ফারণে বায়বীয়ের কার্যকরণ ৪—**

যদি কোন সিলিণ্ডারের মধ্যে কিছু বায়বীয় পদার্থ পিষ্টন দ্বারা চাপে আবদ্ধ থাকে এবং ঐ চাপ যদি কমাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে বায়বীয়ের বিস্ফারণ ঘটিবে এবং বিস্ফারণ কালে পিষ্টনকে বহির্দিকে ঠেলিয়া লইয়া যাইবে। ঐ পিষ্টনটিকে ঐ অবশিষ্ট চাপের বিরুদ্ধে ঠেলিয়া লইয়া যাইতে গ্যাসের দ্বারা কিছু কার্য সাধিত হইবে। ঐ কার্যের পরিমাপ—যদি পিষ্টনের উপর চাপ হয় “চা” উহার বিস্তৃতি হয় “বি” এবং

উহার স্থানচ্যুতির লব্ধ হয় “ল” তাহা হইলে পিষ্টনের উপরিস্থ বল  $= চা \times বি$  এবং কাষা সাধিত  $= চা \times বি \times ল$ । আবার  $বি \times ল =$  বিক্ষারণ, সুতরাং কাষা সাধিত  $= চা \times$  বিক্ষারণ। ইহা কেবল যে সিলিঙারে থাকিলেই সত্য তাহা নহে সকল রূপ পাত্রের বেলায় সত্য। এবং ইহাও দেখিতে পাওয়া যাইবে যে বিক্ষারণে বায়বীয়তা শীতল হইয়াছে এবং পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে উক্ত কাষাসাধনে জুলের নিয়মানু-যায়ী যে পরিমাণ তাপ দরকার বায়বীয় হইতে ঠিক সেই পরিমাণ তাপ নাশ হইয়াছে ও তজ্জন্ম বায়বীয়ের ঠিক তদনুরূপ তপ্ততা কমিয়াছে।

বায়বায়ের অনুপরমানুগুলির মধ্যে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বল নাই :—

বিক্ষারণে বায়বীয়ের অনুপরমানুগুলির মধ্যস্থ ব্যবধান বৃদ্ধি হয়, সুতরাং যদি উহাদের পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ বল থাকে তাহা হইলে এই ব্যবধান বৃদ্ধির জন্য আভ্যন্তরিক আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে বায়বীয়কে আভ্যন্তরিক কাষা সাধন করিতে হইবে, সুতরাং তজ্জন্ম আরও কিছু তাপ নাশ হওয়া উচিত, কিন্তু তদ্রূপ পরিলক্ষিত হয় না। অতএব আকর্ষণ বল নাই। সেইরূপ যদি অনুপরমানুগুলির মধ্যে নিক্ষেপণ বল থাকে তাহা হইলে এই আভ্যন্তরিক নিক্ষেপণ বল হেতু পিষ্টনের উপর কিছু আভ্যন্তরিক কাষা সাধিত হইবে এবং তাহা বায়বীয়ের কাষাকে সাহায্য করিবে। সুতরাং বায়বীয়কৃৎ আরও কম কাজ সাধন ও তজ্জন্ম তাপ নাশ হওয়া উচিত। কিন্তু এরূপ পরিলক্ষিত হয় না। অতএব নিক্ষেপণ বলও নাই।

### তাপের যাতায়াত বিধি—

এক স্থান হইতে অগ্ৰস্থানে তাপ তিন প্রকারে যাতায়াত করে।

১। ক্রমগমন (Conduction), ২। প্রবাহন (Convection),  
৩। প্রসারণ (Radiation)।

১। ক্রমগমন (Conduction)—যদি একটি লৌহদণ্ডের একদিক আগুনের মধ্যে দেওয়া যায় তাহা হইলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে কিয়ৎক্ষণ পরে উহার বহির্ভাগস্থ আগুনের নিকটবর্তী কিয়দংশ গরম হইয়াছে। এখানে আগুনের মধ্যবর্তী কৌহ প্রথমে তাপযোগে তপ্ত হয়, পরে তাপ একটা অনু হইতে পরবর্তী অন্তরে এবং তাহা হইতে তৎপরবর্তী অনুতে, এইভাবে ক্রমান্বয়ে তপ্ত অংশ হইতে শীতল অংশে যাইতে থাকে। তাপের এইরূপ অনু হইতে পরবর্তী অনুতে ক্রমান্বয়ে যোগ্যকে ক্রমগমন বলে। ক্রমগমনে পদার্থের স্থানচ্যুতি হয় না, কেবলমাত্র তাপ একটা পদার্থ হইতে পরবর্তী পদার্থে, এই ভাবে গঠিত থাকে।

২। প্রবাহন (Convection)—আগুনের উপর একটা পাত্র কল্পিয়া জল বা অজ্ঞ কোন তরল পদার্থ চাপাটিলে উত্তাপ গরম হওয়া উঠে।

এখানে প্রথমে পাত্রটী অগ্নির তাপ দ্বারা গরম হয়। পাত্রটী গরম হইলে উহার তলদেশের তরল পদার্থ পাত্র হইতে ক্রমগমন দ্বারা তাপ প্রাপ্ত হইয়া উত্তপ্ত হয় এবং তজ্জন্তু ইহার আয়তন বর্দ্ধন হওয়ায় উহা উপরিস্থ তরল পদার্থ অপেক্ষা হালকা হইয়া যায়। সুতরাং এই হালকা তপ্ত তলদেশীয় তরল পদার্থ উপরে ভাসিয়া উঠে এবং উপরিস্থ শীতল ভারী তরল পদার্থ নিম্নে নামিয়া যায় ও ঐরূপ ভাবে তাপ প্রাপ্ত হইয়া উপরে উঠিয়া আইসে। এরূপভাবে সমস্ত তরল পদার্থটী গরম হইয়া উঠে। তাপের এইরূপ একস্থান হইতে অন্যস্থানে কোন বস্তু দ্বারা বহনকে প্রবাহন বলে। প্রবাহনে তাপ নিজে স্থানান্তরিত হয় না, তাপ কোন বস্তুর মধ্যে আশ্রয় লয় ও ঐ বস্তুটী তাপ সহ স্থানান্তরিত হয়। প্রবাহন তরল ও বায়বীয় পদার্থের মধ্যে সম্ভব। ক্রমগমনও তরল ও বায়বীয়ের মধ্যে সম্ভব হয় যদি উপরিভাগ হইতে তাপ দেওয়া যায়।

৩। প্রসারণ (Radiation)—একটী তপ্ত বস্তুর পার্শ্বে হাত লইয়া বাইনা মাত্র তাপ অনুভব করিতে পারা যায়। অতএব বস্তুটী হইতে হাতের উপর তাপ আসিতেছে। এখানে তাপ কিরূপ ভাবে আসিতেছে? ক্রমগমন বা প্রবাহন দ্বারা নয়। কারণ বস্তুটী ও হাতের ব্যবধানে বায়ু আছে এবং যদিও বস্তুটির ঠিক পরবর্ত্তী বায়ু ক্রমগমন হেতু তাপ পায় বটে কিন্তু ঐরূপ ভাবে তপ্ত বায়ু পার্শ্ববর্ত্তী দিকে আসিতে পারে না। তাহা দেখানোর জন্যে হালকা হইয়া প্রবাহনে উৎকীর্ণ উঠিয়া যাইবে। অতএব দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে বস্তুটী হইতে তাপ বায়ুর মধ্য দিয়া হাতে আসিতেছে এবং সেই তাপ বায়ুকে তপ্ত করিতেছে না, কারণ যদি কোন তাপ লইয়া বায়ু তপ্ত হয় তাহা হইলে সেই তাপ বায়ুর সহিত উৎকীর্ণ উঠিয়া যাইবে। এইভাবে তাপ বস্তুটী হইতে চতুর্দিকে সরল রেখায় ছড়াইয়া পড়িতেছে, যেরূপ ভাবে কোন গোলকের কেন্দ্র হইতে উহার ব্যাসার্দ্ধগুলি চতুর্দিকে প্রসারিত হয়। তাপের এইরূপ কোন কিছুকে তপ্ত না করিয়া চতুর্দিকে প্রসারণের নাম প্রবারণ। এই প্রসারণ দ্বারা সূর্য হইতে তাপ পৃথিবীতে আসে। ক্রমগমন বা প্রবাহন হেতু কোন বস্তুর তাপনাশ বন্ধ করা অসম্ভবধি কোন উপায় দ্বারা সম্ভবপর হয় না। তাপ, আলোক, শব্দ, প্রভৃতি প্রসারণ দ্বারা স্থানান্তরিত হয় বলিয়া ইচ্ছাদিগকে প্রসারণী শক্তি (Radiant Energy) বলে।

**ফ্লাশ-পয়েন্ট (Flash-point)** কোন তৈল কিম্বা স্পিরিটকে যদি খোলা পাত্রে গরম করা যায় এবং তপ্ততামান দ্বারা তপ্ততা দেখিতে থাকা যায় তবে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, তপ্ততার এমন একটা অবস্থা আইসে যেখানে অগ্নি উহার নিকটে লইয়া গেলে উহার উপরিস্থ ধূমে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে। তৈলের এই অবস্থাকে আমরা ওপেন ফ্লাশ-পয়েন্ট (Open Flash-point) বলিয়া থাকি। (সাবধান যেন পেট্রোল বা ভোলেটাইল স্পিরিটে এই পরীক্ষা করা না হয়, কারণ উহাদের ফ্লাশ-পয়েন্ট অতিশয় অল্প (low), অতএব উহার দ্বারা বিপদ ঘটবার সম্ভাবনা)। উহা আরও উত্তপ্ত করিলে তৈলের উপর অগ্নি জ্বলিতে থাকে। সেই অবস্থাকে বার্নিং-পয়েন্ট (Burning-point) কহে।

**জ্বালানী দ্রব্যের বা ইন্ধনের উত্তাপ পরিমাণ।**

ভিন্ন ভিন্ন ইন্ধনের ওজন অনুসারে উহাদিগের হইতে কম বেশী উত্তাপ শক্তি পাওয়া যায়। নিম্নলিখিত তালিকায় কতকগুলি ইন্ধনের এক পাউণ্ডে কত উত্তাপ শক্তি (Thermal Unit) আছে তাহা দেওয়া হইল।

**ইন্ধনের উত্তাপ শক্তির তালিকা ৪—**

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| ১ পাউণ্ড কয়লা (Coal) —     | ১৪৪১০ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট্ |
| ১ পাউণ্ড পেট্রোল (Petrol) — | ১৮৪১০ — ২০৪২০ গ্র            |
| ১ কিউবিক ফুট কোল গ্যাস —    | ৩৯২ গ্র                      |
| ১ কিউবিক ফুট ডমেন গ্যাস —   | ২৮৩ গ্র                      |

## অষ্টবিংশ পারচয় ।

হর্ষ পাওয়ার হিসাবে ইঞ্জিনের উত্তাপ পরিমাণ

১ পা: পেট্রোলে প্রায়, ২০,০০০ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট ।

জুলের হিসাব মত ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিটে ৭৭২ ফুট-পা: কার্য সাধিত হয় ।

অতএব ১ পা: পেট্রোলে ২০,০০০ × ৭৭২ = ১৫৪৪০০০০ ফুট-পা: কার্য সাধিত হয় ।

আমাদের জানা আছে যে ওয়াটের মতে ৩৩,০০০ ফুট পা: কার্য এক মিনিটের মধ্যে সাধিত হইলে তাহাকে হর্ষ পাওয়ার মিনিট বলা যায় ।

অতএব হর্ষ পাওয়ার ঘণ্টা হইলে ৩৩,০০০ × ৬০ কার্য ইউনিট ।

অতএব এক পাউণ্ড পেট্রোল এক ঘণ্টায় ব্যবহৃত হইলে—

$$\frac{১৫৪৪০০০০}{৩৩,০০০ \times ৬০} = ৭.৮ \text{ হর্ষ পাওয়ার উৎপন্ন করে ।}$$

যদি একটি গাড়ীর গতি ঘণ্টায় ৬০ মাইল হয় এবং উহার ওজন ১ টন হয় তবে দেখা যায় যে সাধারণ রাস্তার উপর দিয়া রাস্তা ও বায়ুর প্রতিবন্ধকতা প্রভৃতির বিরুদ্ধে গাড়ী চালাতে হইলে প্রতি টন পিছু কম বেশী ২০০ পা: প্রয়োজন হয় ।

অতএব দেখা যাইতেছে যে ৩০ মাইল বেগে গাড়ী চলিতে হইলে ।

$$\frac{২০০ \times ৩০ \times ১৭৬০ \times ৩}{৩৩,০০০ \times ৬০} = ১৮ \text{ হর্ষ পাওয়ার}$$

অতএব দেখা যায় যে ইঞ্জিনের কার্যকরণ হিসাবে ১৬ হর্ষ পাওয়ার ঘণ্টায় প্রস্তুত করিতে হইলে ২ পাউণ্ড পেট্রোলের প্রয়োজন হয় । কিন্তু প্রকৃত কার্যোপযোগী ইঞ্জিনে কাল্পনিক ইঞ্জিন অপেক্ষা ৫ গুণ আধিক পেট্রোল প্রয়োজন হয় । অতএব ১৬ হর্ষ পাওয়ার ১ ঘণ্টা কাল অবধি প্রস্তুত করিতে হইলে  $২ \times ৫ = ১০$  পাউণ্ড পেট্রোলের প্রয়োজন হয় ।

৭০০ পেট্রোলের ওজন প্রতি গ্যালনে ৭ পাউণ্ড, অতএব যদি ১০ পাউণ্ড পেট্রোলে ৩০ মাইল চলে তবে ১ গ্যালন পেট্রোলে ২১ মাইল চলিবে ।

### হর্ষ পাওয়ার নিষ্কারন—

১। হর্ষ পাওয়ার (Horse-power) বা ঘোড়ার ক্ষমতা, ইহা পূর্বেই উক্তমরূপে বর্ণিত হইয়াছে । সময়ের সহিত কাষ্যের হিসাবকে হর্ষ পাওয়ার কহে । এক মিনিটের মধ্যে ৩৩,০০০ পাউণ্ডকে ১ ফুট স্থানান্তরিত করিলে উহার যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাহাকে ব্রেক হর্ষ পাওয়ার বলা যায় । ইঞ্জিনের হর্ষ পাওয়ার এই হিসাবানুসারে স্থিরীকৃত হয় । ফরাসী হর্ষ পাওয়ার ৩২৪৪২ ফুট-পাউণ্ড । অতএব দেখা যায় যে ব্রিটিশ হর্ষ পাওয়ার অপেক্ষা ফরাসীর হর্ষ পাওয়ার কিছু অধিক ।

২। ব্রেক হর্ষ পাওয়ার (Brake Horse Power,—B. H. P.)—যে ক্ষমতা যথার্থ কাষ্যের জন্য পাওয়া যায় তাহাকে ব্রেক হর্ষ পাওয়ার বলা যায় । উহা স্লাই-হইলের উপর এক দিয়া স্থিরীকৃত হয় । উহার হিসাব প্রণালী—

$$\text{ব্রেক হর্ষ পাওয়ার} = \frac{\pi d \times (W_1 - W_2) \times N}{৩৩,০০০}$$



এখানে,  $r = ০.১৪১৬৯$  বা  $২২$  :— $d =$  ফ্লাই-হইলের ব্যাসের মাপ ইঞ্চি হিসাবে—

$W_1 =$  ত্রেকের টানের দিক ;  $W_2 =$  ত্রেকের টানের বিপরীত শেবাংশ ।

$N =$  ফ্লাই হইলের বৃত্তাবর্তনের এক মিনিটের সংখ্যা ।

৩। “একচুয়াল” বা যথার্থ হর্ষ পাওয়ার (Actual Horse power)—যে ক্ষমতা ইঞ্জিন হইতে পাওয়া যায় অর্থাৎ ইঞ্জিনের মধ্যে গ্যাস প্রদ্রলিত হইয়া যে ক্ষমতা উৎপন্ন করে এই সম্পূর্ণ ক্ষমতার কিয়দংশ ইঞ্জিনের নিজের কায্যে লাগিয়া যায়, অতএব ইহার ব্যবহার হয় না। সচরাচর মেকারেরা ব্যবসা স্বত্রে ইঞ্জিনের ক্ষমতা দেখাইবার জন্য প্রকাশ করিয়া থাকেন, ইহা অর্থ শূন্য ।

৪। ইণ্ডিকেটেড্ হর্ষ পাওয়ার (Indicated Horse power, I. H. P.)—ইহা ইণ্ডিকেটার নামক যন্ত্রের সাহায্যে পরিমিত হয়। এক বর্গ ইঞ্চির (Square-inch) প্রতি যত পাঃ চাপ পড়ে, সেইরূপ সমস্ত বর্গ ইঞ্চি হিঃাব করিয়া উহাকে স্ট্রোকের মাপ এবং এক মিনিটে যত স্ট্রোক হয় তাহা দ্বিঃা গুণ করিয়া ৩৩০০০ দ্বিঃা ভাগ দ্বিঃা পূনরায় ৪ দ্বিঃা ভাগ দিলে ফোর বা চারি স্ট্রোক ইঞ্জিনের হর্ষ পাওয়ার পাওয়া যায় ।

$$\text{Formula — I. H. P. } \frac{P. L. A. N.}{৩৩০০০}$$

ইহা ডবল এ্যাকটিং স্টিম ইঞ্জিনের জন্য এবং চারি সিলিঙারের পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য ।

Note :—যুষ্টিবার হবিষার জন্য কোন কোন স্থলে ইংরাজি অক্ষর ব্যবহার হইয়াছে, উহাদের বাঙ্গালা ভাষায় লিখিতে গেলে উহার আরও জটিল হইয়া পড়ে ।

$$\text{I. H. P. } = \frac{P. L. A. N.}{৩৩,০০০} \times \frac{১}{৪} \text{ সিজ্‌ল সিলিঙার চারি স্ট্রোক ইঞ্জিন ।}$$

$$\text{I. H. P. } = \frac{P. L. A. N.}{৩৩,০০০} \times \frac{১}{২} \text{ সিজ্‌ল সিলিঙার দুই স্ট্রোক ইঞ্জিন ।}$$

এখানে— $P =$  (Total pressure in lb) পাঃ হিসাবে সমস্ত বর্গ ইঞ্চিতে চাপ ।

$L =$  (Length of Stroke in feet) স্ট্রোকের ফুট হিসাবে পরিমাণ ।

$A =$  (Area in square inch) সিলিঙারের বিস্তার বর্গ ইঞ্চি হিঃ।  $N =$  (Number of Stroke per minute) এক মিনিটের মধ্যে যতগুলি স্ট্রোক হয়, ফ্লাই-হইলের গতি দৃষ্টে উহা লক্ষিত হইবে ।

মেক্যানিকাল্ এক্সিসিয়েন্সি (Mechanical Efficiency) বা যন্ত্র কৃত ক্ষমতার পারকতা, অর্থাৎ যে পরিমাণ ক্ষমতার নিয়োগ করা যায় সেই পরিমাণ ক্ষমতা কায্যকালে পাওয়া যায় কি না। কারণ সিলিঙারের মধ্যে যে ক্ষমতা উৎপন্ন হয় তাহার অনেকাংশ ইঞ্জিনকে চালাইবার জন্য প্রয়োজন হয়, অতএব সম্পূর্ণ ক্ষমতা কায্যে আইসে না ; উহা (Per cent) শতকরা হিসাবে উক্ত হয় ।

$$\text{মেক্যানিকাল এফিসিয়েন্সি} = \frac{\text{ক্ষমতার কার্য}}{\text{ক্ষমতার নিয়োগ}} \times ১০০$$

উপরউক্ত প্রণালীতে কার্যকরী ক্ষমতা শতকরা হিসাবে বাহির হইবে।

**ইঞ্জিনের ব্রেক হর্ষ পাওয়ার পরীক্ষা।**

প্রিং ব্যালান্স দ্বারা পরীক্ষা—ফ্লাই-হুইলের উপর ব্রক বনাইয়া উহার উপর একটি শক্ত রজ্জু দুই পাক জড়াইয়া দেওয়া হয়। উহা এমন ভাবে স্থাপিত হয় যেন ইঞ্জিন চলিবার সময় ঐ রজ্জুর এক সীমায় একটি নির্দিষ্ট ওজন দেওয়া হয় এবং অপর সীমায় একটি প্রিং ব্যালান্স লাগান হয় ; ঐ দুইটি দ্রব্য ইঞ্জিনের গতি স্থির করিয়া লাগান হয়। যে দিক হইতে টান পড়িবে সেই দিকে প্রিং ব্যালান্সটা আব অপর দিকে ঐ নির্দিষ্ট ওজনটি বাঁধিয়া দেওয়া হয়। ঐ ক্র্যাঙ্ক-সাক্টের গতি নিরূপণ করিবার জন্ত একটি গতি-নিরূপণ-যন্ত্র ঠিক সাক্টের কেন্দ্রে লাগাইয়া দেওয়া হয় ( Revolution-counter or Tachometer )। যখন ইঞ্জিন চলিতে থাকে তখন রজ্জুর দ্বারা প্রিং ব্যালান্সে টান পড়ে এবং উহার কাঁটাতে দেখা যায় যে কত পাউণ্ড টান পড়িতেছে।

নিম্ন তালিকামত বিষয়গুলির প্রতি দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

মিনিটের গতি N.	নির্দিষ্ট ওজনের পাউণ্ড হিঃ W <sub>1</sub>	প্রিং ব্যালান্সের ওজন কাঁটার দ্বারা নিরূপণ। W <sub>2</sub>	ফ্লাই-হুইলের ব্যাস উহার কেন্দ্র হইতে রজ্জুর কেন্দ্র পর্যন্ত লইতে হইবে। π d.
৪০০	১৬০	১০	১ ফুট

$$\text{উদাহরণ—B. H.P.} = \frac{\pi \cdot d \cdot \times N (W_1 - W_2)}{৩৩,০০০}$$

$$\text{অতএব } \frac{\pi \cdot d \times ১ \times ৪০০ (১৬০ - ১০)}{৩৩,০০০} = \frac{৪ \cdot ০}{৭} = ৫ \cdot ৭ \text{ B.H.P.}$$

এখানে দেখা যায় যে—π =  $\frac{১}{২}$ , d = ফ্লাই-হুইলের ব্যাস (diameter)

N = ফ্লাই-হুইল মিনিটে যতবার ঘুরে।

W<sub>2</sub> = নির্দিষ্ট বা নির্ধারিত ওজন।

W<sub>1</sub> = প্রিং ব্যালান্সের কাঁটার দর্শিত ওজন।

### ব্রেক ভোল্টের দ্বিতীয় পছা—

ইঞ্জিন প্রস্তুত কবির পর উহার হর্ষ পাওয়ার টেস্ট হইয়া থাকে। উহা রজ্জু ব্যতীত অন্য উপায়েও স্থিরীকৃত হয়। কেহ কেহ দুইটি কার্টের ব্রেক-সু এমন ভাবে প্রস্তুত করেন, যাহাতে উহা ফ্লাই-হুইলকে ঠিক ভাল রূপে ধরিতে পারে। উহার দ্বারা কম বেশী চাপিবার পছা রাখা হয় যাহাতে ফ্লাই-হুইলকে ঐরূপ চাপিতে পারে। উহাদের মধ্যে একটির একধার হইতে একটি বাহ্য বাহির হইয়াছে। ঐ বাহ্য শেষ ভাগে কিছু ওজন দিতে হয় এবং গতি নিরূপণ যন্ত্রের সাহায্যে ক্র্যাঙ্ক-সাক্‌টের গতি স্থির করা হয়।

$$\text{Formulae—B.H.P.} = \frac{W \times L \times R \times \text{Circumference}}{33,000}$$

এখানে—W = ওজন (weight)।

L = উহার ফুট হিসাবে মাপ। উহা ফ্লাই-হুইল কেন্দ্র হইতে স্থাপিত ওজনের মধ্যভাগ পর্যন্ত ফুট হিসাবে মাপ ধরা হয়।

R = ফ্লাই-হুইলের প্রত্যাবর্তন (Revolution) সংখ্যা (এক মিনিটে)।

Circumference = একবার আবর্তনের পথের মাপ। Circum. =  $\pi d$ ।

এক হর্ষ পাওয়ার = ৩৩,০০০ ফুট-পাউণ্ড-মিনিট।

ইঞ্জিনে বৈদ্যুতিক হিসাবে পরীক্ষা (Electrical Test)—এই পরীক্ষা সর্বপ্রকার পরীক্ষা অপেক্ষা উত্তম ও সূক্ষ্ম। ইঞ্জিনের সহিত ডায়নামো সংযোগ করিয়া উহার ক্ষমতা স্থিরীকৃত হয়। ঐ ডায়নামোর ক্ষমতা ইঞ্জিন অপেক্ষা অনেক হওয়া প্রয়োজন। ডায়নামোর সহিত ইঞ্জিন কাপলিং দ্বারা সংযোজিত হয় এবং উহার লাইনের সহিত একটি ভোল্টমিটার (প্যারাললে) এবং একটি আমমিটার সিরিজে যোগ করা হয়। ডায়নামোতে (লোড) আলোক কিম্বা কোন রেজিস্ট্যান্স দেওয়া হয়। যখন ইঞ্জিন চলিতে থাকে ডায়নামো হইতে বৈদ্যুতিক ক্ষমতা উৎপাদিত হইয়া ঐ বাতি কিম্বা রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে। উহা উক্ত আমমিটার ও ভোল্টমিটারে দৃষ্ট হয়। পূর্বেই বলা হইয়াছে যে ইলেকট্রিক ক্ষমতা বা তাহার কার্য্য আম্পায়ারকে ভোল্ট দিয়া গুণ করিলেই পাওয়া যায়। ঐ কার্য্যকে আমরা ওয়াট বলিয়া থাকি। এক আম্পায়ারকে এক ভোল্ট দিয়া গুণ করিলে এক ওয়াট হয়। ঐরূপ ৭৪৬ ওয়াটে ১ হর্ষ পাওয়ার হয়।

অতএব দেখা যায় যে  $A \times V = \text{Watt (ওয়াট)} ;$

অতএব— $E. H. P. = ৭৪৬ \text{ Watt (ওয়াট)} ।$

$$\frac{A \times V}{৭৪৬} = \text{ব্রেক-হর্ষ পাওয়ার।}$$

Note,—বেয়ারিং ফ্রিকসান এই স্থানে লওয়া হয় নাই।

সিলিণ্ডারের মাপ হিসাবে হর্ষ-পাওয়ার

নির্ধারণ

১। সিলিণ্ডারের লিটার অনুসারে পারমাণ  $\times$  এক মিনিটে ফ্লাই-হুইল কতবার ঘুরে  $\times ০০.৬৪$  কে  $১২০০$  দিয়া ভাগ দিলে হর্ষ পাওয়ার নির্দেশ হয়।

২। সিলিণ্ডারে (ঘন ইঞ্চি  $\times$  সংখ্যা) মিনিটে সফ্ট কতবার ঘুরে।

$১২০০$

= হর্ষ পাওয়ার (H. P.)

৩। [সিলিণ্ডারের ব্যাস (dia)  $\times$  ছোঁকের মাপ]  $২ \times$  সংখ্যা = H.P.

$৬৫০০$

Note,—যদিও উপরি উক্ত কয়েকটি প্রণালী হর্ষ পাওয়ার বাহির করিবার জন্য নির্দিষ্ট হইয়াছে, তথাপি উহাদের দ্বারা কখনও ঠিক হিসাব করিতে পারা যায় না, কারণ ক্ষমতা নির্দেশ অনেক প্রকারে কঠিন হইয়া পড়ে। অনেক সময় কম্প্রেশন অভাবে ক্রিকসান দ্বারা, পেট্রলের গুণানুসারে কাযের প্রতিবন্ধকতা ঘটে এবং সেটিং ঠিক না হইলে সকলই বৃথা হয়।

সমতল ভূমিতে ইঞ্জিন বা মোটরের হর্ষ-  
পাওয়ার।

$$H. P. = \frac{F \times W \times D}{৩৩০০০ \times T.}$$

এখানে—

$F$  = প্রত্যেক টন প্রতি ৫০ পাঃ ধরিয়া লইতে হয়।

$W$  = টন হিসাবে মোট ওজন।

$D$  = ফুট হিসাবে দূরত্ব।

$T$  = মিনিট হিসাবে সময়।

গাড়ী উচ্চে উঠিতে হইলে—হর্ষ পাওয়ার।

$$H. P. = \frac{D \times W}{H \times ৩৩০০০ \times T.}$$

এখানে-  $\begin{cases} D = \text{ফুট হিসাবে সম্পূর্ণ দূরত্ব।} \\ H = \text{এক ফুট খাড়াইয়ের ঢালুর দূরত্ব (Slant distance)।} \\ W = \text{গাড়ীর সম্পূর্ণ ওজন।} \\ T = \text{মিনিট হিসাবে সময়।} \end{cases}$

রয়েল অটোমবাইল ক্লাবের হিসাব প্রণালী।

(সিলিণ্ডারের ব্যাস)  $2 \times$  সিলিণ্ডারের সংখ্যা  $\div 2.5 \therefore \text{H.P. (হয় পাওয়ার)}$

ছইটওয়ার্থ প' গ্যাসের তালিকা

বেণ্টের বাসের মাপ, এক ইঞ্চিতে কত গুণা বেণ্টের বাসের মাপ, এক ইঞ্চিতে কত গুণা

১/৮ ইঞ্চি	৪০	৮ ইঞ্চি	৭
১/৪ "	১০	১২	৭
৩/৮ "	১৬	১৬	৬
১/২ "	১২	১৮	৬
৫/৮ "	১১	১৮	৫
৩/৪ "	১০	১৮	৫
৭/৮ "	৯	১৮	৪.৫
১ "	৮	২	৪.৫

### MENSURATION FORMULAE.

In the following formulae : A denotes area ; S surface ; V, volume ; a, b, c, the sides of a figure ; h, the altitude ; l, the Slant height ; R and r, radii of circles.

Rectangle or Parallelogram,  $A = ah$ .

Triangle,  $A = \frac{1}{2} ah$  or  $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ ,  
where  $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$ .

Trapezium—Parallel sides  $a$  and  $b$ ,  $A = \frac{1}{2}(a+b)h$ .

Circle, Circumf.  $= 2\pi \times r$ ,  $A = \pi \times r^2$ , or  $\pi(R^2 - r^2)$ .

Ellipse—Semiaxes  $a$  and  $b$ ,  $A = \pi \times ab$ .

Prism  $S = 2(ab+bc+ac)$ ,  $V = abc$ , diagonal  $= \sqrt{a^2+b^2+c^2}$

Cylinder,  $S = 2\pi \times rh + 2\pi \times r^2$ ,  $V = \pi \times r^2 h$

Cone,  $S = \pi \times rl + \pi \times r^2$ ,  $V = \frac{1}{3}\pi \times r^2 h$

Sphere,  $S = 4\pi \times r^2$ ,  $V = \frac{4}{3}\pi \times r^3 = 5236d^3$ .

Ring,  $S = 4\pi^2 Rr$ ,  $V = 5\pi^2 r^2 R$ .

## DEFINITIONS OF UNITS.

(FROM SMITHSONIAN TABLES.)

**ACTIVITY.** Power of rate of doing work ; unit, the Watt.

**AMPERE.** Unit of electrical current. The international ampere, "which is one-tenth of the unit of current of the C. G. S. system of electromagnetic units, and which is represented sufficiently well for practical use by the unvarying current which, when passed through a solution of nitrate of silver in water, and in accordance with accompanying specifications, deposits silver at the rate of 0.00111800 of a gram per second."

The ampere = 1 coulomb per second = 1 volt across 1 ohm =  $10^{-1}$  E. M. U. =  $3 \times 10^9$  E. S. U. (E. M. U. = C. G. S. electromagnetic units. E. S. U = C. G. S. electrostatic units).

Amperes = volts/ohms = watts/volts.

Amperes  $\times$  volts = amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms = watts

**ANGSTROM.** Unit of wave-length =  $10^{-10}$  meter.

**ATMOSPHERE.** Unit of pressure.

English normal = 14.7 pounds per sq. in = 29.929 in. = 760.18 mm. Hg. 32°F.

French normal = 760 mm of Hg. 0°C = 29.922 in. = 14.70 lbs. per sq. in.

**BAR.** A pressure of one dyne per cm<sup>2</sup>.

**BRITISH THERMAL UNIT.** Heat required to raise one pound of water at its temperature of maximum density, 1°F. = 252 gram-calories.

**CALORIE.** Small calorie = gram-calorie = therm = quantity of heat required to raise one gram of water at its maximum density, one degree Centigrade.

Large calorie = kilogram-calorie = 1000 small calories  
= one kilogram of water raised one degree Centi-  
grade at the temperature of maximum density.

CANDLE INTERNATIONAL. The international unit of candlepower maintained jointly by national laboratories of England, France and United States of America.

CARAT. The diamond carat standard in U. S.—200 milligrams. Old standard 205.3 milligrams = 3.168 grs.

The gold carat : pure gold is 24 carats ; carat is  $\frac{1}{24}$  part.

CIRCULAR AREA. The square of the diameter =  $1.2734 \times$  true area.

True area =  $9.785321 \times$  circular area.

COULOMB. Unit of quantity. The international coulomb is the quantity of electricity transferred by a current of one international ampere in one second =  $10^{-1}$  E. M. U =  $3 \times 10^9$  S. U.

Coulombs = (volts-seconds) / omhs = ampers  $\times$  seconds.

CUBIT = 18 inches.

DAY. Mean solar day = 1440 minutes = 86400 seconds  
= 1.0097379 sidereal day, Sidereal day = 86164.20 mean solar seconds.

DIGIT.  $\frac{3}{4}$  inch. ; 112 the apparent diameter of the sun or moon.

DIOPTER. Unit of "power" of a lens. The number of diopters = the reciprocal of the focal length in meters.

DYNE. C. G. S. unit of force = that force which acting for one second on one gram produces a velocity of one cm. per sec. =  $1g \div$  gravity acceleration in cm/sec sec.

Dynes = wt. in gram.  $\times$  acceleration of gravity in cm/sec/sec.

**ELECTRO CHEMICAL EQUIVALENT** is the ratio of the mass in grams deposited in an electrolytic cell by an electrical current to the quantity of electricity.

**ERG.** C. G. S. unit of work and energy = 0.1 dyne acting through one centimeter.

**FARAD.** Unit of electrical capacity. The international farad is the capacity of a condenser charged to a potential of one international volt by one international coulomb of electricity =  $10^{-9}$  E. M. U. =  $9 \times 10^{11}$  E. S. U. The one-millionth part of a farad (microfarad) is more commonly used.

Farads = coulombs/volts.

**FOOT-POUND.** The work which will raise one pound one foot high.

**FOOT-POUNDALS.** The English unit of work = foot pounds/g. [g.—acceleration produced by gravity.]

**GAUSS.** A unit of intensity of magnetic field = 1 E. M. U. =  $\frac{1}{10} \times 10^{-10}$  E.S.U.

**GRAM-CENTIMETER.** The gravitational unit of work = g. ergs.

**HEAT OF THE ELECTRIC CURRENT** generated in a metallic circuit without self-induction is proportional to the quantity of electricity which has passed in coulombs multiplied by the fall of potential in volts, or is equal to (coulombs  $\times$  volts)  $\div 4.181$  in calories.

The heat in small or gram calories per second = (amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms)  $\div 4.181$  = volts<sup>2</sup>  $\div$  (ohms  $\times 4.181$ ) = (volts  $\times$  amperes)  $\div 4.181$  = watts  $\div 4.181$ .

**HEAT.** Absolute zero of heat  $-273.13^{\circ}\text{C.}$ ,  $-218.5^{\circ}\text{R.}$ ,  $-459.6^{\circ}\text{F.}$

**HEFNER UNIT.** Photometric standard.

**HENRY.** Unit of induction. It is "the induction in a circuit when the electromotive force induced



in this circuit is one international volt, while the inducing current varies at the rate of one ampere per second." =  $10^{11}$  E.M.U. =  $1/9 \times 10^{-11}$  E.S.U.

**HORSE POWER.** The English and American horsepower is defined by some authorities as 746 watts and by others as 440 foot-pounds per second. The continental horsepower is defined by some authorities as 735 watts and by others as 75 kilogram-meters per second.

**JOULE.** Unit of work =  $10^7$  ergs. Joules = (volts<sup>2</sup> × seconds) / ohms = watts × seconds = amperes<sup>2</sup> × ohms × sec

**JOULE'S EQUIVALENT.** The mechanical equivalent of heat =  $4.185 \times 10^4$  ergs.

**KILODYNE.** 1000 dynes. About one gram.

**KINETIC ENERGY** in ergs = grams × (cm./sec.)<sup>2</sup> 2.

**LITRE.** The quantity of pure water at 4 C (760 mm. Hg. pressure) which weighs 1 kilogram and = 1.000027 cu. dm.

**LUMEN.** Unit of flux of light-candles divided by solid angles.

**MEGABAR.** Unit of pressure = 1,000,000 bars = 0.987 atmospheres.

**MEGADYNE.** One-million dynes. About one kilogram.

**METER CANDLE.** The intensity of illumination due to standard candle distant one meter.

**MHO.** The unit of electrical conductivity. It is the reciprocal of the ohm.

**MICRO.** A prefix indicating the millonth part.

**MICROFARAD.** One-millionth of a farad, the ordinary measure of electrostatic capacity.

**MICRON,** One-millionth of a meter.

**MIL.** One-thousandth of an inch.

## উনত্রিংশ পরিচয়

### বেতার বা অস্বারলেস (Wireless) বার্তা।

বেতার বার্তাপ্রেরণের অন্তরীক্ষণ ক্ষুদ্র পুস্তকের অন্তর্গত নহে, তবে অনেক গৃহেই ইহা আজকাল ব্যবহৃত হইতেছে বলিয়া ব্যবহার প্রণালী সম্বন্ধে কিছু বলা হইবে।

আমরা জানি একস্থানে শব্দ করিলে অপর স্থান হইতে তাহা শ্রুত হইতে পারে। এই স্থানদ্বয়ে মন্যে বায়ু বা বায়বীয় কোন পদার্থের উপস্থিতি প্রয়োজন। শব্দ বায়বীয় পদার্থের অণুগুলির কম্পন দ্বারা আর কিছুই নহে। কোন নির্দিষ্ট হারে কম্পমান বায়বীয় পদার্থের অণুগুলি 'কর্ণমধ্যস্থ' হুকে পড়িলে হুক কাঁপিতে থাকে এবং হকের এই কম্পন স্ব'যু দ্বারা মস্তিষ্কে চালিত হইলে শব্দের অনুভূতি হয়। বায়বীয় পদার্থকে কম্পমান করিবার নিমিত্ত কোন বস্তু কম্পনের প্রয়োজন হয়, ইহাকে শব্দ উৎপাদক বা 'এমিটার' (Emitter) বলে, যথা,—টিউনিং ফর্ক, এসরাজ, সেতার প্রভৃতির তার সজল, ঢোলকের চামড়া ইত্যাদি। কোনস্থানে এমিটারকে কম্পমান করিলে তৎ-সম্মিলিত বায়বীয় পদার্থ কম্পিত হয়, এবং এই কম্পন চতুর্দিকে তরঙ্গের মত ছড়িয়া পড়ে। যখন তরঙ্গ কর্ণে আসিয়া পৌঁছায়, তখন শব্দ শ্রুত হয়—কর্ণকে রিসিভার ও এমিটার ও রিসিভার মধ্যস্থ তৎক্ষণাত বায়বীয় পদার্থকে মধ্য বা মিডিয়াম (medium) বলে।

ঠিক সেইরূপ যদি একস্থানে কোন আলোকময় বস্তু থাকে, তাহা অপর স্থান হইতে দৃষ্ট হইতে পারে। এখানে দৃষ্ট হইবে যে, ঐ আলোকময় পদার্থ এবং চক্ষুর অন্তরী কোন প্রকার পদার্থময় বস্তু না থাকিলেও আলোকময় বস্তুটা দৃষ্ট হয়। অর্থাৎ শব্দ শক্তি ধেরূপ পদার্থময় বস্তু সাহায্যে এক স্থান হইতে অন্তর্য চালিত হয় আলোকশক্তির সেরূপ পদার্থময় বস্তুর সাহায্য প্রয়োজন হয় না। আলোক শক্তিও শব্দ শক্তির ন্যায় তরঙ্গের মত চতুর্দিকে প্রসারিত হয় বটে, তবে এই তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে প্রভেদ এই যে শব্দ শক্তির তরঙ্গ Longitudinal এবং তাহা পদার্থময় বস্তুর অণুপরমাণুর কম্পন জনিত, আর আলোক শক্তির তরঙ্গ Transverse এবং কোন এক সর্বত্র বিরাজমান অপদার্থ বস্তু বিশেষের অণুপরমাণুর কম্পন জনিত। সর্বত্র বিরাজমান এই অপদার্থ বস্তুটির অন্তর্ভুক্ত আণুবীক্ষণিক বাহ্য আলোকাদির জায় শক্তির চলাচল বুঝিবার নিমিত্ত অবধারণা করিয়া লইতে হয়, এবং ইহা 'ইথার' (Ether) নামে অভিহিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে বাদ্যযন্ত্র ধেরূপ বায়বীয় পদার্থের মধ্যে তরঙ্গ সঞ্জন করে বাহ্য কর্ণে পৌঁছিলে শব্দের প্রতীতি হয়, আলোকময় বস্তুও সেইরূপ ইথারের মধ্যে এক প্রকার তরঙ্গ উৎপাদন করে বাহ্য চক্ষুতে আসিয়া পৌঁছিলে আলোকময় বস্তুটা দৃষ্ট হয়। এখানে ঐ আলোকময় বস্তুটা এমিটার বা ট্যান্সমিটার, চক্ষু রিসিভার, এবং সর্বভেদী ইথার মধ্যস্থ বা মিডিয়ামের কাৰ্য্য করিতেছে।

বেতার বার্তা প্রেরণ বা অস্বার-লেস টেলিগ্রাফিতে আলোক শক্তির চলাচল প্রণালীর

মত সম্ভাবন প্রণালীতে ( ৫ম পরিচয় ) বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ইথারের মধ্যে তরঙ্গ সৃষ্ট হয় এবং রিসিভিং স্টেশনে উপযুক্ত যন্ত্রের সাহায্যে ইথারের এই তরঙ্গকে পুনরায় বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করিয়া সংকেতাদি বুঝা হয়, সুতরাং সেটিং স্টেশন হইতে রিসিভিং স্টেশন পর্যন্ত কোন তারের প্রয়োজন হয় না। যে অবলম্বনটির সাহায্যে বৈদ্যুতিক শক্তিকে ইথারের তরঙ্গে পরিণত করা হয় তাহাকে ট্রান্সমিটার, এবং যাহার দ্বারা ইথারের এই তরঙ্গ সমূহকে পুনরায় বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করা হয় তাহাকে রিসিভার বলে। সরকারী আইন অনুযায়ী ট্রান্সমিটার সকলে ব্যবহার করিতে পারেন না, পোষ্ট অফিস হইতে লাইসেন্স লইলে রিসিভার ব্যবহার করিতে পারেন। লাইসেন্সের মূল্য বাৎসরিক দশ টাকা। এই রিসিভারের প্রণালী নিয়ে বর্ণিত হইল।

সম্ভাবনের পরিচয়ে দৃষ্ট হইয়াছে একটি বিদ্যুৎদ্বার বস্তুর দ্বারা অপর একটি (ভূদলগ) পরিচালকে বৈদ্যুতিক শক্তি সম্ভাবিত হয় এবং বস্তুদ্বয় সন্নিহিত হইলে সম্ভাবিত শক্তির আধিক্য হেতু উহা বস্তু দ্বারা দৃষ্ট হয়। বেতার বার্তা প্রেরণের যে বৈদ্যুতিক শক্তি তাহা প্রেরণগৃহ ( Transmitting Station ) হইতে একটি তারে প্রেরিত হয়। সেই তারটি জমি হইতে প্রায় ১০০০ ফিট উচ্চে স্থাপিত থাকে যাগতে উহার প্রেরণ কাণ্ডের ব্যাঘাত না ঘটে। এই তারটি যখন বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা উত্তেজিত হয় অর্থাৎ বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্ত হয় তখন উহা যে কোন অপর পরিচালক বা কণ্ডাক্টরের বৈদ্যুতিক উত্তেজনা সৃষ্টি করে অর্থাৎ সম্ভাবন দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তি সৃষ্টি করে। এই শেঘোক্ত ( সম্ভাবিত ) শক্তি যদি সাবধানে বেতার গ্রহণ যন্ত্রে ( Receiver ) লইয়া আসা যায়, আর সেই যন্ত্র যদি যথোপযুক্ত শক্তি সম্পন্ন হয় এবং প্রেরক যন্ত্রের সহিত মিল ( in tune ) থাকে তবে প্রেরণযন্ত্রের স্পন্দন গ্রহণ-যন্ত্রে অনুভূত হইবে। ইহাই বেতারের প্রণালী।

যে শব্দ বিস্তার ( Broad cast ) করিতে হইবে তাহা প্রেরণ গৃহে মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটারের সাহায্যে উচ্চারিত করিতে হয়। নানা প্রকার শব্দ মাইক্রোফোনের গাজে নানা প্রকার ধাক্কা মারে ও এই ধাক্কাগুলি নানা প্রকার অর্থাৎ স্পন্দনশীল ( Pulsating ) বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। প্রেরক তারটিতে পূর্ব হইতেই একভাবে স্পন্দনশীল প্রবাহ বহিতে থাকে এবং তাহার সহিত উপরোক্ত স্পন্দনশীল প্রবাহ যোজিত হয়। উক্ত প্রেরক তারে সে এক ভাবের স্পন্দনশীল প্রবাহ বহিতেছিল তাহার স্পন্দনের বৈষম্য ঘটে। এই বৈষম্য গ্রহণ তারে ও তৎপরে গ্রহণ যন্ত্রে লক্ষিত হয়। ইহাই বেতার বার্তা।

বেতার বার্তা গ্রহণ করিতে হইলে প্রেরণ যন্ত্রের সঙ্গে গ্রহণ যন্ত্রের স্পন্দন এক হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ প্রেরণ যন্ত্রে একটি স্পন্দনে যন্ত্রটুকু সময় লাগে গ্রহণ যন্ত্রেও ঠিক সেই সময়ের মধ্যে যেন একটি বৈদ্যুতিক উত্তেজনা উৎপন্ন হইয়া জমিতে যায়। গ্রহণ যন্ত্রে প্রথমতঃ ডেরিয়েল ইণ্ডাক্টলের পাকসংখ্যার হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা ও তৎপরে কন্ডেনসারের ক্যাপাসিটি হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা এই কাণ্ডা সাধিত হয়।

বেতার বার্তা গ্রহণে প্রধানতঃ তিনটি জিনিষ প্রয়োজন,—(১) শূন্যস্ত তার ( Aerial ), (২) ভূ-সংলগ্ন তার ( Earthed wire ) এবং (৩) গ্রহণ যন্ত্র ( Receiver )।

১। গ্রহণ তার—ইহাকে ভূমি হইতে যথাসম্ভব উঁচু রাখিতে হয়। সাধারণতঃ

**MILE**, Nautical or geographical = 6080' 204 feet.

**MILLI.** A prefix denoting the thousandth part.

**MONTH.** The anomalistic month = time of revolution of the moon from one perigee to another = 27' 56460 days.

The nodical month = draconitic month = time of revolution from a node to the same node again = 27' 21222 days.

The sidereal month = the time of revolution referred to the stars = 27' 2166 days (mean value) but varies by about three hours on account of the eccentricity of the orbit and "perturbations."

The synodic month = the revolution from one new moon to another = 29' 5306 days (mean value) = the ordinary month. It varies by about 13 hours.

**OHM.** Unit of electrical resistance. The international ohm is based upon the ohm equal to  $10^9$  units of resistance of the C. G. S. system of electromagnetic units, and "is represented by the resistance offered to an unvarying electric current by a column of mercury, at the temperature of melting ice, 14'4521 grams in mass, of a constant cross section and of the length of 106'3 centimeters." =  $10^9$  E.M.U. =  $1/9 \times 10^{-11}$  E.S.U.

International ohm = 1'01367 B. A. ohms = 1'06292. Siemens' ohms.

B.A. ohm = 0' 8651 international ohms.

Siemens' ohm = 0' 94080 international ohms.

**PENTANE CANDLE.** Photometric standard.

$\pi = 22/7$  = ratio of the circumference of a circle to its diameter = 3' 14159265359.

**POUNDAL.** The British unit of force. The force which will in one second impart a velocity of one foot per-second to a mass of one pound.

RADIAN =  $180^\circ / \pi = 57.29578^\circ = 57^\circ 17' 45'' = 206265''$ .

SECOHM. A unit of self-induction = 1 sec  $\times$  1 ohm.

THERM = small calorie = (obsolete.)

THERMAL UNIT, BRITISH = The quantity of heat required to warm one pound of water at its temperature of maximum density one degree Fahrenheit = 252 gram-calories.

VOLT. The unit of electromotive force (E. M. F.) The international volt is "the electromotive force that, steadily applied to a conductor whose resistance is one international ohm, will produce a current of one international ampere. The value of the E. M. F. of the Weston Normal cell is taken as 1.0183 international volts at  $20^\circ\text{C}$ . =  $10^6$  E. M. U. =  $1/300$  E. S. U

VOLT-AMPERE. Equivalent to Watt/Power factor.

WATT. The unit of electrical power =  $10^7$  units of power in the C. G. S. system. It is represented sufficiently well for practical use by the work done at the rate of one joule per second.

Watts = volts  $\times$  amperes = amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms = volts<sup>2</sup> / ohms (direct current or alternating current with no phase difference). Wats  $\times$  seconds = Joules.

WEBER, A name formerly given to the coulomb.

WORK in ergs = dynes  $\times$  cm. Kinetic energy in ergs = grams  $\times$  (cm./sec.)<sup>2</sup> / 2.

YEAR.

	days,	hours,	minutes,	seconds.
Anomalistic year =	365	6	13	48
Sidereal „ =	365	6	9	9.314
Ordinary „ =	365	5	48	46.4
Tropical „	same as the ordinary year.			

২০।৩০ ফিট উচ্চ হইলে বেশ ভালই হইবে। এই তারটি ৭/২২ গেজের তামার তার হইলেই বেশ ভাল হয়। দৈর্ঘ্য তারটি ১০০ ফিটের অধিক কিংবা খুব কম হওয়া বাঞ্ছনীয় নহে। ঐ তারকে ইনসুলেটর (পোর্সিলেন কাঁচ বা এবনাইট) দ্বারা উহার পোষ্ট বা ভিত্তি হইতে রোধিত (ইনসুলেট) করিতে হয়। কোন কোন জোরাল যন্ত্রে বাহিরের এরিয়াল প্রয়োজন হয় না, তবে যদি প্রেরণ তার ২।১ মাইলের মধ্যে না হয় তাহা হইলে বাহিরের এরিয়াল অবশ্য একেবারে প্রয়োজন না হইলেও গৃহমধ্যস্থ এরিয়াল অপেক্ষা যে অনেক বিষয়ে উৎকৃষ্ট তাহাতে কোন সন্দেহ নাই।

২। ভূ-সংলগ্নতার—কলিকাতায় বা অল্প কোন সহরে যেখানে জলের কল আছে সেখানে কলের পাটপে বেশ করিয়া একটি তামার তার ঝালিয়া লইলেই চলিবে (কলে যখন চল থাকিবে না তখন পাটপ খালি করিয়া ঝালিতে হইবে)। পল্লীগ্ৰামে একটি বালুতি বা কেরোসীনটিন মাটিতে পুতিয়া দিয়া তাহার গারে একটি তার ঝালিয়া দিই চলিবে।

৩। গ্রহণ যন্ত্র :—গ্রহণ যন্ত্র মোটামুটি দুই প্রকার। একটির নাম ফটিক প্রস্তুত যন্ত্র বা ক্রীষ্টালসেট (Crystal set) আর অন্যটি ভালভ্‌ সেট (Valve set) অথবা বায়ুবাহীন একদিকে বৈদ্যুতিক শক্তি চালক যন্ত্র। আবার এই দুইটির সংমিশ্রণে ক্রীষ্টাল ভালভ্‌সেট (Crystal-valve set) নামক আর এক প্রকার যন্ত্রও প্রস্তুত হয়।

কয়েল :—প্রত্যেক যন্ত্রেই অন্ততঃ একটি করিয়া তারের কয়েল বা গুটি থাকে। উচ্চ ইণ্ডাক্ট্যান্সের কাৰ্য্য করে। ঐ কয়েল সাহায্যে প্রেরণ যন্ত্রের স্পন্দনের সহিত গ্রহণ যন্ত্রের স্পন্দনের সমন্বয়সম্বন্ধ সমতা বা ঐক্য সাধিত হয়। এই কয়েলটি গ্রহণ তার এবং ভূ-সংলগ্ন তারের মধ্যে স্থাপিত হয়, অর্থাৎ উহার একটি প্রান্ত গ্রহণ তাহে অপর প্রান্ত ভূ-সংলগ্ন তারে সংযুক্ত হয়।

কণ্ডেনসার :—এই কয়েলের সঙ্গে সিরিজে বা পার্যায়নে উপযুক্ত পরিবর্তনক্ষম (Variable) কণ্ডেনসার যোগ করিলে তদ্বারা স্পন্দনের সমতা সুচারু ভাবে সাধন করা যায়।

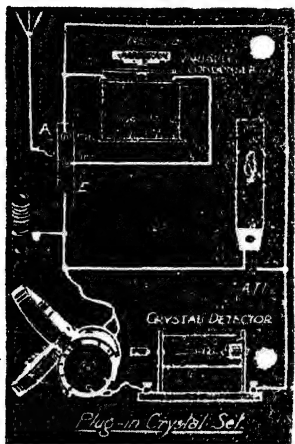
ডিটেক্টার (Detector) :—ইহাই আসল গ্রহণ যন্ত্র। এই অবলম্বনটি দ্বারা প্রেরণ যন্ত্রের দ্রুত বৈদ্যুতিক স্পন্দন (High frequency) বাহ্য গ্রহণ যন্ত্রে ঐ অবস্থাতেই ধৃত হয় তাহাকে শ্রবণোপযুক্ত ধীর স্পন্দনে (Audible frequency) পরিণত করা হয়। ডিটেক্টার দুই প্রকার—ক্রীষ্টাল ও ভালভ্‌।

টেলিফোন, লাউডস্পীকার (Loudspeaker) বা শ্রবণ যন্ত্র—ইহা দ্বারা ধীর বৈদ্যুতিক (Low frequency) স্পন্দন শব্দে পরিণত হয়।

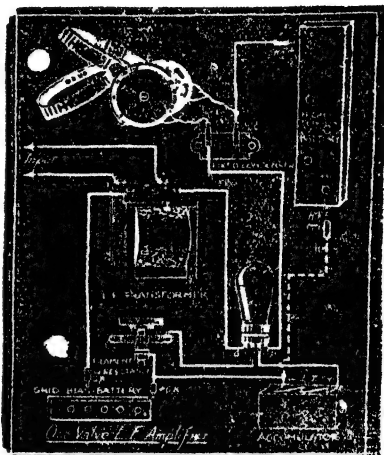
ক্রীষ্টাল-সেট (Crystal set) :—বেতার গ্রহণ যন্ত্রের মধ্যে ইহাই সকলের অপেক্ষা সরল। পরিবর্তনক্ষম কণ্ডেনসার এবং কয়েল দ্বারা যে ক্রীষ্টাল সেট প্রস্তুত হয় তাহাই সর্বোৎকৃষ্ট বলিয়া মনে হয়। ইহাতে নিম্নলিখিত ত্রযাঙ্গুলি প্রয়োজন হয়।

১। একটি সিস্কল কয়েল হোল্ডার। ২। একটি ৫০ কি ৭৫ নং কয়েল (আই-গ্রানিক) ৩। একটি পরিবর্তনক্ষম বা ভেরিয়েবল কণ্ডেনসার—০০০ মাইক্রোফ্যারাড। ৪। একটি ক্রীষ্টাল ডিটেক্টার (ক্রীষ্টাল সহ) ৫। পাঁচটি টার্মিনাল। ৬। একটি

কণ্ডেনসার '০০১—'০০২ মাইক্রোফ্যারাড। ৭। একটি হেডফোন বা টেলিফোন। ৮। একটি ১০"×৬"×১" কাস্টেরডক্স (তলায় থাকিবে) ৯। একটি ১০"×৪"× $\frac{1}{8}$ " এবনাইট (সম্মুখের প্যানেল) ১০। উপযুক্ত বায়। ১১। সংযোজনাদির জন্য ইনসুলেটেড তার। ৬০৬ চিত্রে সংযোজনাদি দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৬০৬



চিত্র—৬০৭

ভালভসেট (Valve set)—সাধারণতঃ ভালভসেট দূরের বেতার বাতী গ্রহণের জন্য অথবা নিকটের বাতী সকলে শুনিবার নিমিত্ত লাডডম্পীকার চালাইবার জন্য ব্যবহৃত হয়। পূর্বেই বলা হইয়াছে ভালভ ডিটেক্টরের কাৰ্য্য করিতে পারে। তাহা ছাড়া ক্রীষ্টাল বা ভালভ-ডিটেক্টরের পরে বা আগে ভালভ বোণ করিয়া যন্ত্রের জোর বৃদ্ধি করা যাইতে পারে। ডিটেক্টরের আগে বসাইলে বহুদূরের বাতী পাইবার সুবিধা হয়—পরে বসাইলে ডিটেক্টরের সুহ্ম আওয়াজকে উচ্চতর করিয়া তোলে।

৬০৭ চিত্রে ক্রীষ্টাল ও ভালভ ডিটেক্টরের পরে একটি ভালভ বসাইবার পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহার প্রযুক্তির তালিকা—১। ট্রান্সফর্মার ১:৩ বা ১:৫। ২। একটি কণ্ডেনসার '০০১ বা '০০২ মাইক্রোফ্যারাড। ৩। ভালভ সীট (ভালভ বসাইবার স্থান) ৪। ভালভ (পাওয়ার ভালভ) ৫। গ্রিড ব্যাটারি (৩—৪—৬ ভোল্ট) ৬। হাইটেনসান ব্যাটারি (৭৫—১০৮ ভোল্ট) ৭। লোটেনসান ব্যাটারি (২ বা ৪ ভোল্ট) ৮। রি-অস্ট্যাট বা ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স। ৯। তার, তলায় কাঠ, প্যানেল, টায়িনাল, বায়, ইত্যাদি।

ভালভ ব্যবহার করিতে হইলে সাধারণতঃ ২টা ব্যাটারি প্রয়োজন হয়। একটি অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট ব্যাটারি (৪০—২০০ ভোল্ট) আর একটি অল্প ভোল্টেজ

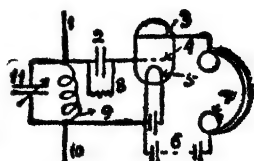
বিশিষ্ট (২, ৪ বা ৬ ফোল্ট) ব্যাটারি, ডিটেক্টারের পরে ভালভ্ বসাইতে হইলে আর একটি (১১—১২ ভোল্ট) ব্যাটারি প্রয়োজন হয়, ইহার নাম গ্রিড্ (Grid) ব্যাটারি।

সাধারণ ভালভ্ দেখিতে প্রচলিত বৈদ্যুতিক প্রদীপের বাস্তব মত। উহার ভিতর হইতে যথা সম্ভব বায়ু বাহির করিয়া লুপ্চা (vacuum) হয়। সাধারণ ভালভের ৪টি 'প্রং' (Prong) বা পায়ার মত টার্মিনাল আছে। দুইটির নাম ফিলামেন্ট প্রং। ভালভের ভিতরে সূক্ষ্ম ফিলামেন্ট দ্বারা এই প্রং দুইটি পরস্পরের সহিত সংযুক্ত। লোডেনসান বা অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট ব্যাটারি দ্বারা এই ফিলামেন্টটিকে উত্তপ্ত করা হয় এবং কোন কোন ভালভে ইচ্ছা এত উত্তপ্ত হয় যে আলোক ও নির্গত হয় অর্থাৎ উহা প্রদীপ্ত হয়। যে ফিলামেন্ট প্রং এর সহিত লো-টেনসান ব্যাটারির নেগেটিভ সংযুক্ত হয় তাহার সহিত হাই টেনসান ব্যাটারির নেগেটিভও সাধারণতঃ সংযুক্ত হয়। আর যে দুইটি প্রং আছে তাহার মধ্যে একটি ভালভের মধ্যস্থিত একটি প্লেটের সহিত সংযুক্ত করা থাকে। সেই প্লেটটি ফিলামেন্টের কিছু উপরে বা কিছু দূরে পার্শ্বে অবস্থিত থাকে। এই প্রংটির নাম প্লেট-প্রং (Plate Prong)। আর একটি প্রং-এর সহিত একটি জ্বালতি সংযুক্ত আছে—ইগা প্লেট এবং ফিলামেন্টের অন্তরী অবস্থিত। এই প্রং-এর নাম গ্রিড-প্রং (Grid Prong)। ভালভ ডিটেক্টারের কাৰ্য্য করিলে গ্রিড-প্রং এরিয়াল গ্রিড লীক ও গ্রিড কন্ডেন্সারের সহিত সংযুক্ত হয়। ভালভ্ এম্প্লিফায়ারের (amplifier) এর কাৰ্য্য করিলে গ্রিড ব্যাটারির নেগেটিভ পোলের সহিত ট্রান্সফর্মার এর সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া সংযুক্ত হয়। গ্রিড ব্যাটারির পজিটিভ পোল ফিলামেন্টের নেগেটিভে সংযুক্ত হয়।

লোডেনসান ব্যাটারি হইতে বিদ্যুৎ প্রবাহ ফিলামেন্ট দিয়া বাইবার সময় ফিলামেন্ট উত্তপ্ত হইলে ইলেক্ট্রন (Electron) সকল পজিটিভ পোটেনশ্যাল যুক্ত প্লেটে চালিত হয়। বাইবার সময় গ্রিড লজ্বন করিয়া বাইতে হয়। অতএব ঐ গ্রিডে যদি কোন একটানা স্পন্দন বা পরিবর্তনশীল স্পন্দন থাকে তাহা হইলে ইলেক্ট্রন প্রবাহ সেই স্পন্দন দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইবে। অতএব তদনুযায়ী অজ্ঞাধিক ইলেক্ট্রন বাইয়া প্লেটের পজিটিভ আয়নকে নাশ বা নিউট্রালাইজ (Neutralize) করিবে। অতএব হাই-টেনসান ব্যাটারি হইতে তদনুযায়ী অজ্ঞাধিক কারেন্ট যায় হইবে। সুতরাং ব্যাটারি ও প্লেটের মধ্যে যদি একটি টেলিফোন যোগ করা গাও তাহা হইলে সেই H.T. বিদ্যুৎ প্রবাহের অজ্ঞাধিক্যতা বেতার বার্তারূপে আমাদের কর্ণে প্রতিক্ষণিত হইবে।

৬০৮ চিত্রে একটি সাধারণ একভালভ গ্রন্থ যন্ত্রের বিবরণ প্রদত্ত হইল, ইহাতে —

- |                     |                                |
|---------------------|--------------------------------|
| ১। এরিয়াল          | ৬। হাইটেনসান ব্যাটারি          |
| ২। '০০০০ কন্ডেন্সার | ৭। টেলিফোন                     |
| ভালভের              | ৮। গ্রিডলীক বা রেজিষ্টাল       |
| ৩। প্লেট            | ৯। কহেল                        |
| ৪। গ্রিড            | ১০। ভূ-সংলগ্নতার বা আর্থ অয়ার |
| ৫। ফিলামেন্ট        | ১১। পরিবর্তনক্ষম কন্ডেন্সার    |

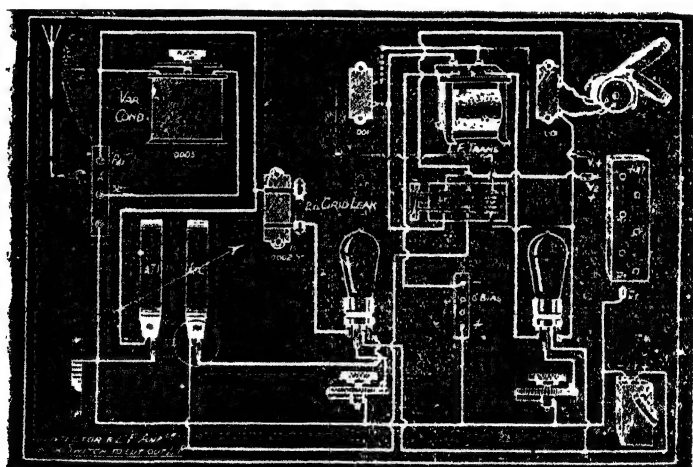


চিত্র-৬৮



দুই ভালভ গ্রহণ যন্ত্র :—ইহা দুই প্রকারের হইতে পারে, যথা—(১) এক ভালভ ডিটেট্টার ও অল্প লো-ফ্রিকোয়েন্সি এম্প্লিফায়ার, অর্থাৎ স্বর বাড়াইবার ব্যবস্থা সম্বলিত ভালভ ডিটেট্টার, অথবা (২) এক ভালভ হাই-ফ্রিকোয়েন্সি এম্প্লিফায়ার ও অল্প ডিটেট্টার, অর্থাৎ গৃহীত শক্তিকে গ্রহণ ভালভের পক্ষে কায়েম্যাপযোগ্য করিবার ব্যবস্থা তৎসহ গ্রহণ ও ডিটেকশনের ব্যবস্থা সম্বলিত। প্রথম যন্ত্রদ্বারা যেভাবে নান্নাকে অধিকতর উচ্চৈঃস্বরে বাহির করা যায় এবং দ্বিতীয়টির সাহায্যে বহুদূরের ট্রান্সমিটিং স্টেশনের ক্ষণ শক্তিকে পরিবর্তিত করিয়া শ্রবণযোগ্য করা যায়।

৬০৯ চিত্রে প্রথম যন্ত্রটির এবং ৬১০ চিত্রে দ্বিতীয় যন্ত্রটির সংযোজন প্রদত্ত হইল।

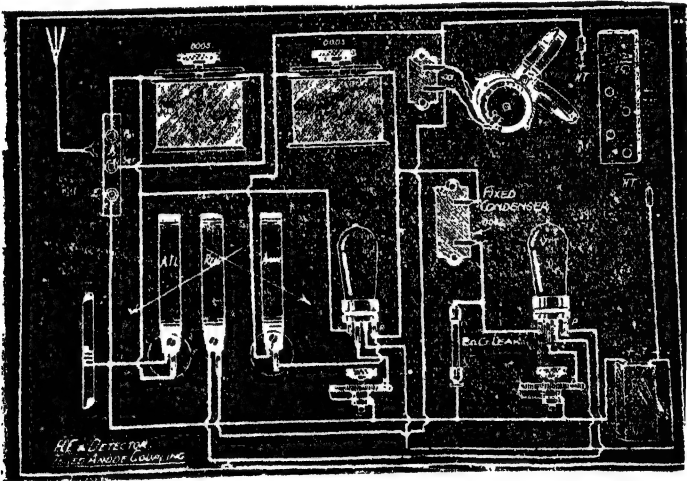


চিত্র—৬০৯

প্রথম যন্ত্রটির আবশ্যকীয় যন্ত্রের তালিকা ১। একটি ১০০৫ হের্জের বক্স কন্ডেন্সার ২। একটি ডবল কয়েল হোল্ডার ৩। একটি ৭৫ ও একটি ৭০০ কয়েল ৪। দুই ভালভ নীট—৫। দুইটি ভালভ—একটি ডিটেট্টার ও অল্পটি পাওয়ার ৬। একটি গ্রিডলীক—৭। মেগেন ৮। একটি গ্রিড কন্ডেন্সার (০.০০১ মাইক্রোফ্যারাড) ৯। ট্রান্সফর্মার (১:৩) ১০। দুইটি কন্ডেন্সার—০.০০১ মাইক্রোফ্যারাড ১১। দুইটি ফিলারবেট রিসিস্টার ১২। নব্বিটারমিনাল ১৩। দুইটি ওয়াগার লাইট ১৪। টেলিফোন বা লাইড স্পীকার—রিসিস্টার ২০০০-৪০০০ ওম আর বাজ, প্যানেল, বেন্‌বোর্ড, টারমিনালস্ট্রিপ, ইত্যাদি ও (ক) হাই টেনসান ব্যাটারি (৬০—১২০ জোল্ট) (খ) লো টেনসান ব্যাটারি, ভালভ অথবা ২, ৪, বা ৬ ভোল্ট (গ) গ্রিড ব্যাটারি ১৫। হইতে ৯ ভোল্ট এবং একটি ডবল পোল থ্রেড এট যন্ত্র ব্যবহৃত হইলে, ইহা দ্বারা ইচ্ছামত একটি নান্না ভালভ বা দুইটি ভালভই ব্যবহৃত হইতে পারে।

দ্বিতীয় যন্ত্রের আবশ্যকীয় দ্রব্যের তালিকা—

১। একটি '০০০৫' ভেরিয়েবল কপেন্সার ২। একটি '০০০৩' ৩। একটি তিন কয়েল হোল্ডার—বা একটি ডবল কয়েল হোল্ডার ও একটি সিঙ্গেল কয়েল হোল্ডার ৪। তিনটি কয়েল—একটি ৭৫ অহ্ম দুইটি ৫০ ও ৪০ হইলে চলিতে পারে। (যন্ত্রে বসাইয়া কোন নম্বরের কয়েল ভাল লাগিবে ট্রিক করাই বিধেয়।) ৫। একটি ২ মেগোম গ্রিডলীক। ৬। একটি '০০০৩' মাইক্রোফোনার কপেন্সার। ৭। দুইটি ভালভ—একটি H F অহ্মটি H F or D ৮। দুইটি ভালভ সীট ৯। দুইটি ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স ১০। ৮টি টার্মিনাল ১১। টেলিফোন বা হেডফোন ১২। '০০১' কপেন্সার। তার, বায়, প্যানেল ইত্যাদি ও (ক) হাইটেনসান ব্যাটারি ৪০।৪৫ ভোল্ট (খ) লো-টেনসান ব্যাটারি, ভালভ হিসাবে ২, ৪ বা ৬ ভোল্ট।



চিত্র—৬১০

তিনভালভ যন্ত্র প্রস্তুত করিতে হইলে ৬০২ ও ৬১০ চিত্র বর্ণিত যন্ত্রে ৬০৭ চিত্রে বর্ণিত যন্ত্র যোগ করিয়া দিতে হইবে। যেখানে ফোন বসিবার কথা সেখানে হইতে ৬০৭ চিত্রের INPUT আরম্ভ হইবে। আর হাইটেনসান ব্যাটারির সঙ্গে লোটেনসানের যে ডট বা ফোটা দেওয়া লাইন টানা থাকে সেইটা সংযোজন করিতে হইবে না। লাইড স্পীকার ভাল রকম চালাইতে হইলে ৬০৯নং চিত্রে বর্ণিত যন্ত্রের সহিত ৬০৭নং চিত্রে বর্ণিত যন্ত্র সংযুক্ত করিয়া দিলেই সর্বোৎকৃষ্ট হইবে শুধে যে কোন অবস্থায় ২টি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীর মধ্যে সম্বন্ধ ১/২ বা ১/৩ এর অধিক না হয়, অত্যাধা শব্দের বিকৃতি ঘটে।

## নিঘণ্ট

অগ্নিস্কুটিক রদ	২৩৪	আপেক্ষিক গুরুত্ব	৫৭২
"    উন্মোচন কালীন	১৬৪	আভ্যন্তরিক পথে পতিত পি, ডি	১১০
অগ্রতা বা লীড	২৩৪, ২৩৫	আমপেরার	১১০
অগ্রতার কারণ	২৩৫, ২৩৭	"    পাক	১৪৪
অদৃশ্য তাপ	৪৭৯	"    নিঃস্র	১৩৬
অর্ধ কণ্ডাক্তার	৫৮	আমিটার	৩৩৭, ৩৩৮, ৩৩৯,
অনুমান, আনবিক	২৬	"    কয়েল বর্ণনশীল	৩৪২
"    চুম্বকত্বের	১৪৫	"    ডায়নামো মিটার টাইপ	৩৪৩
"    বৈদ্যুতিক	২৭	"    লিপি বন্ধ কারী	৩৩৭
"    সম্ভাবনের	৬৬,	"    লৌহ বর্ণনশীল	৩৪৩
"    সেলের	৮৩	"    ইট অক্ষার	৩৪০
অপরিচালক	৫৭	আম্পেরার আওতার মিটার	৩৩৮
অবনতি	১৬	আর্গ	৪৬৯
"    রেখা, সম	১৭	আরগোর চাক্তি	১৬৬
"    হীন রেখা	১৭	আর্থেচার	১৮০, ১৮৪, ২০৩
"    পরিবর্তন	১৭	"    ক্রস কানেস্টেড	২১২
"    মান	১৮	"    খাঁজ বা দাঁত বিশিষ্ট	২১৪
"    বিভিন্ন স্থানের	১৯	"    চাক্তি বা ডিস্ক	২০৩, ২১৫
অস্থিতি প্রবণ হ্রচ	২৩	"    চক বা ড্রাম	২০৩, ২১৩, ২২৬
অল্টারেটোর	৪৪৩	"    বলয় বা রিং	২০৩, ২০৯
আরিং	৩৬৩	"    বকুর বা স্মুদ	২১৪
"    ক্লিট	৩৬৫	"    তার জড়াইবার পদ্ধতি	২১৬
"    কাঠ বা উড্ কেসিং	৩৬৫, ৩৬৯	আড় চুম্বকত্ব	২৩৬
"    কনডুইট	৩৬৫, ৩৭০	আয়ন	১২৬
"    লেড, কভার্ড	৩৭১	ই, এম, এক,	৮১, ১০৯
আইসো-ক্রিনিক লাইন	১৭	"    সম্ভাবিত	১৫৫, ১৬০,
"    গণিক	১৩	"    পরিমাণ	৩৩৪, ৪৪০
"    ডিনামিক	২০	"    বাক বা কাউটার	২৫৪, ২৫৫
আকর্ষণ ও নিক্ষেপন বলের নিয়ম	৫৯	ইন্ড্রিনের বৈদ্যুতিক পরীক্ষা	৪৮৮
আপেক্ষিক উত্তাপ	৪৭৫ ৪৭৬	ইনহুলেটার	৫৮

উনহুয়েলসান	৩৬৪	এনোড	১২৬
ইনক্রিনেসান কম্পাস	১৮	এক্সিয়েন্সি	২৪২
ইন্ডাক্সান	২৪, ৪৮	এণ্ড সেল	৩০৮
„ ইনভাস	১৫৯	এন্ডার সেডের ওম মিটার	৩২৭
„ ডাইরেক্ট	১৬০	„ ডাক্টার	৩০৩
ইনডিউসড্ কারেন্ট	১৫৩	„ মেগার	৩২৯
ইলেক্ট্রোস্কোপ, গোল্ড লীফ	৬২	এব সলিউট জিরো	৪৮০
„ পিথ্ বাল	৫৫	„ টেম্পারেচার	৪৮০
ইলেক্ট্রোড	১২৬	এরন ক্লক মিটার	৩৪৬
ইলেক্ট্রো-মিটার	১১০	এয়ার, কার্গো	২২
„ -লাইট	১২৫	„ কোয়ডাল্যান্স	২২
„ -লিসিস	১২৫, ১২৮	„ সেমি সাকুর্লার	২২
„ -টাইপ	১৩২	„ হীলিং	২২
„ মেটিং	১৩৩	এলার্ম, ফায়ার	৩৫১
ইয়ার্ড	৪৬৫	„ বার্গার	৩৫০
ইরোক	১৮৩	এক্টাটিক পেয়ার বা ম্যাগনেট	২৩
উৎপাদক	১৭৯	ওজন	৪৭১
উত্তাপের উৎপত্তি স্থান	৪৭৬	ওভার কম্পাউণ্ড	১৯৫০
উত্তেজক	৮২	„ লোড রিলিজ	২৬৭
উত্তেজনা, পৃথক	১৮০	ওম	৯৫
„ স্বীয়	১৮৩	ওমস-ল	১১১
„ রাজ্য কয়েলের	১৯৩	ওয়াট	৪৭০, ৪৮৮
উভয় স্পার্স	২৯	„ মিটার	৩৫৬, ৩৪৪
„ একক তাপের	৪৭৫	„ „ লিপি বন্ধকারী	৩৩৭
„ আয়তন	৪৬৭	ওয়াট ও ওয়াটলেস কারেন্ট	৪৩৭
„ স্থান	৪৬৭	ওয়াটিং, আয়েচার	২১৬
„ স্বতঃসিদ্ধ	৪৬৫	„ ওয়েভ	২১৯, ২২৭
এক ভাব ভোল্টেজ	২৫১	„ ট্রিপ্পেন্স	২২৯
একুমুলেটর	৮১, ২৮৯	„ ড্রপেন্স	২২৯
এক স্পার্স	২৮	„ ফল্ডার	২৩০
এক্সিস চুম্বকের	৮	„ বার	২৩০
এক্সিক লাইন	১৭	„ লুপ	২২৭
এগনিক	১৪	„ ল্যাপ	২১৮, ২২৭
এডপ্টার	৩৭৪	ওয়ার্ক সপ 'ফ্রক্স	৩৭৫
এনার্জি মিটার	৩৩৮	কন্ট্রোল ব্রেকার ও মেকার, অটো টিক	
এনিয়ন	১২৬		১৬৮

কনভার্টার	৪৪২	গতি পরিবর্তন	৪৬৮
কণ্ডেন্সার	৭০, ১৬২	গতিম	২৫৩
কম্পারিজান প্রণালী	৩২১	গতির ভ্রাস বৃদ্ধি, সাণ্ট মোটরের	২৬৩
কম্পনশীল কয়েল, রপেটের	১৪৮	গলন বা মেল্টিং	৪৭৭, ৪৭৮
কমিউটেটর	১৮০, ১৮২, ২৩০	„ এর প্রবাহ	১০৫
কল	৪৭০	গাঢ়তা বা ঘনতা	৪৭১
কলের পারকতা	৪৭১	গ্রাম	৪৬৪
কয়েল, প্রাইমারী	১৫২, ১৬৭	গিল্ডিং বা গিল্টি করা	১৩৩
„ সেকেন্ডারী	১৫২, ১৭০	গেজ, অয়ার মেগস্ ক্যালকুলেটিং	১০৭
„ সম্ভাবন তীব্র	১৬৬	„ তারের	১০৩
„ ইন্ডাকশন—ভাইব্রেটিং	১৬৭	গ্যালভানোমিটার	৩১৪
„ „ নন্ ভাইব্রেটিং	১৭২	গ্যালভানোমিটার	৩১৪
„ চোকাং	৪৩৯	„ অধিক বাধা বিশিষ্ট	১১৯
কাজ	৪৬৯	„ আর্টিন ও মাথার	৩১৯
কারেন্ট	১৮০	„ কেস্টিভনের মিরর	৩১৭
„ এডি বা ফুকা	১৬০, ২০০	„ ট্যানকেন্ট	১১৪
„ অলটারনেটিং বা পরিবর্তনশীল	২০৫	„ ডিফ্রেক্স ও ড'আরমনভাল	৩১৯
„ কন্সটিন্টিয়াস	২০৬	„ বালিস্টিক	৩২০
„ পালসেটিং	২০৫	„ মুভিং কয়েল	৩১৮
„ সরববাহ	৪১৭, ৪৬০	„ সাইন্	৩১৪
কাট আউট, ফিউজ	৩৭৩	„ সাধারণ	৩৬
„ „ মাল্টিমাস	৩১৩	ঘনীভবন বা কন্ডেন্সেশন	৪৭৭, ৪৭৮
„ „ মিনিমাস	৩১২	ঘর্ষণ বা ফ্রিকশন	৪৭২
কাথোড	১২৬	ঘৃণ গতি পরিবর্তন, ডায়নামোর	২৪৯, ২৫১
ক্যালরী	৪৭৪	„ „ „ মোটরের	২৭২
কুলম্ব	৬০	চলন	৪৬৭
„ মিটার	৩০৮	চার্লস-ল	৪৭৯
কেজ স্ক্রইরেল	৪৫৫	চাপ বা প্রেসার	৫৩, ৪৭২
কেটিয়ন	১২৭	চাপ পরিবর্তন হাব	৪৮০
কেস্টিটি মিটার	৩০৮	চাপমান বা ব্যারোমিটার	৪৭২
কে এক্সিয়েন্ট অব ফ্রিকশন	৪৭৩	চার্জ, +, -,	৫৪
ক্যাণ্ডল পাওয়ার	৩৭৭	চুষক ও চুষকত্ব	৬
ক্রম গমন	৪৮২	„ ধন্দ	৭
ক্রস্ মাগনেটিজম্	২৩৯	„ দৈর্ঘ্য	৮
খাঁজ, খোলা, বন্ধ, প্রায় বন্ধ	২১৪	„ করণের কল	৩৩
গতি	৪৬৮	„ বল ও চুষকীভবন	৪৩

চুষক করণ চক্র	৪৮	ডায়নামো কম্পাউণ্ড	
„ টান	৫৫	„ সাণ্ট	
„ নাশন	৫১	„ সিরিজ	
„ করণ পদ্ধতি	২৮	„ রোজেন বার্গ	
„ „ „ ভূ-চুষক দ্বারা	২৯	„ 'র রোগ	
„ „ „ বিদ্যুৎ অবাহ দ্বারা	৩১	ডায়গ্রাম, এণ্ড ভিউ	
„ বলের নিয়ম	১০	„ ডেভালাপ্‌ড	২১৭,
„ পথ রোধ	৩৯	„ রাডিয়াল	২১৭, ২২৭
„ নাশক ফাঁস	২৫৬	ডায়্যা ম্যাগনেটিক্‌ম্	১৪৬
„ বৈদ্যুতিক	৩১, ১৪০	ডিগ্রী সেন্সিটিভিউ, ফারেনহাইট রোমার	৪৭৪,
„ „ নিয়ম	৩২		৪৭৫
„ বল	১৩৬	ডিপোজারাইজার	৮৩
„ রাজ্য	৩৭-৪১	ডিপোজারিজেশন	৮৬
চুষকত্ব, অবশিষ্ট	৪৯	ডিফারেন্সাল প্রণালী	৩৫৬
„ নাশ	৩২	ডিমাগনেটাইজিং বেল্ট্‌	১৩৬
„ „ প্রয়াস	৪৬	ডেড্‌ অয়ার বা মৃত-বার	২১২
চৌর অভূতি গৃহে প্রবেশ সঙ্কেত	৩৫.	তপ্ততা	৪৩, ৪৭৪
জাংসান বক্স	৩৬৮	„ মান বা থার্মোমিটার	৪৭৬.
জুল	৪৭০	তাপ	৪৭৪
জু=স-ল	১২০	„ ধারণ ক্ষমতা	৪৭৬
জেনারেটর	১৭৯, ৪৪৬	„ বল বিভাজন	৪৮১
টর্চ লাইট	১২০	তাপের ফল	৪৭৬
টার্বাইন	৪১২	তাপ, আর্দ্রতার কয়েলেব	২৩০.
টেম্পারেচার	৫০	„ খাটান	২৬৩
„ কোইফিসিয়েন্ট	৯৮	„ „ কাঠের কেসিংদ্বারা	৩৬৯
টেলিগ্রাফ	৩৫২	„ „ ক্লাইট	৩৬৫
„ ডুপ্লেক্স	৩৫৫	„ লৌহের পাইপ	৩৭০
টেলিফোন	৩৫৭, ৩৬১	„ „ সীসার	৩৭৫
টেলিফোনে ডাকিবির উপার	৩৬১	„ জলময় বা সাব্‌মেরিন	৩৫৭
ট্রান্সফর্মার	৩৪২, ৪৩৪	„ টেলিগ্রাফের	৩৫৬, ৩৫৭
ডাট-ইলেক্ট্রিক	৭১	„ ফ্লেক্সিবল্‌	৩৭৫
ডাইন	৪৬৯	ভালিকা, ওজন	৪৬৬
ডায়নামো	১৭৯	„ দৈর্ঘ্য	৪৬৬
„ আদিম কার্যাবলী	১৮১	„ বাধা	৯৬
„ ই, এম, এক, হিসাব	২৪০	„ গুণক	১০৬
„ ইন্টার পোল্‌	২৩৯	„ ধারাসম্বন্ধ	৪৬৭

তালিকা সময়	৪৬৬	পিচ, সংযোজনের	২১৭
"    সেল		"    ফ্রট	২১৭
"    তারের গেজ		"    ফরওয়ার্ড	৩১৭
জুলনা, সিরিজ ও সাণ্ট মোটরের	২৬৯	"    বাক্	২১৭
থার্মোস্ট্যাট	৩৫১	"    "    ওয়ার্ড	২১৭
দক্ষিণ হস্ত নিয়ম	১৫৩	পিচ্ছিল পদার্থ—	৪৭৪
দিগ্-নির্ণয় যন্ত্র	২০	পি,ডি,	১২৯
দোষ, টেলিগ্রাফ লাইনের	৩৫৭	পুল্	৩৪৮
ধাক্কা	৪৬৮	পোটেনসিওমিটার	৩৩২, ৩৩৬
ধারণ ক্ষমতা	৬৯	পোটেনসিয়াল	৫৪, ৬০
"    "    গোলকের	৬৯	পোল	৮
"    সামর্থ্য	৪৫	পোলারিজেশান্	৮০, ৮৩, ৮৫
নব কণ্টার	৫৮	পোষ্টাক্সিস বক্স	৩২৪
নাল প্রণালী	৩২২	পৃথক স্পর্শ	২৯
নাসট ল্যাম্প	২৪২	প্যাচের তালিকা	৪৯০
নিফল স্থান বা নিউটালজোন	২৩৪	প্যারাম্যাগনেটিজম্	১৪৬
নেত্ প্রস্তর	৬	প্রতিক্রিয়া, আর্মেচারের	১২৫, ১৮৭, ২৭০
নো ভোল্ট রিলীজ	২৬৬	প্রবাহ	৭৮, ১১০
পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার	১৭২, ৪৩২	"    কৌণিক	১৪৮
পরিচালক বা কণ্টার	৫৭, ৫৮	"    পরিমাপ	১৩২, ৩৩৬, ৪৪০
পরিমাপ মাপক	৩৪৯	"    বাড়তি বা একট্রা	১৬৩
"    সম্পর্কীয় নিয়ম	১২৯	"    সমান্তরাল	১৪৭
পরিমাপক যন্ত্রাদি	৩৩৭	"    সম্মুখিত	১৫৩
পরিমাপ		"    পরিবর্তনশীল	২০৫, ৪২৭
পরীক্ষক যন্ত্র	৩১৪	"    সমভাব	২০৬, ২০৯
পয়েন্ট	৩৭৩	"    স্পন্দন শীল	২০৬
পঞ্চাৎ ভবন, ব্রাসের	২৭১	প্রবাহের উপর চুম্বকের কল	১৪৯
"    "    ফাস	৫১	"    চুম্বক রাজ্য	১৩৮, ১৪১, ১৪২
"    "    রেখা	৫০	প্রবাহ দ্বারা চুম্বকের ঘূর্ণন	১৩৮
পাউণ্ড	৪৬৬	প্রবাহন	৪৮২
পাউণ্ডাল	৪৬৯	প্রসারণ	৪৮২
পাণ্ডুর ফ্যাক্টর	৪৪১	প্রাথমিক, চুম্বকী ভবনের	৪৩
পার্মি এবিলিটি	৩৯	প্রাথমিক সাহায্য	১৩০-১৭০
পারকতা	২৪২, ২৪৩, ২৪০	প্রেরণ ক্ষমতা	৩৯, ৪৫, ৪৭
"    ডায়নামোর	২৪২—২৪৪	প্রক মেন	৭৫
"    মোটরের	২৫৮—২৬০	প্রাণ	৩৭৪

মাগ, রাওয়াল	৩৬৭	বামহস্ত নিয়ম	১৫০
., লো-টেনসান	১৬৩	বালোর চক্র	১৫১
ফায়ার ইঞ্জিনেটর	৫৫১	বাল্পীভবন বা ভেপোরাইজেশন	৪৭৭, ৪৭৮
ফিউজ	৩৬৮, ৩৭৩	বিদ্যুৎ	২, ৩
ফিউজিং কারেন্ট	১০৫	., স্বজন	৫৪
ফিল্ড কয়েল	২০১	., স্বাধীন	৫৮
ফীডার	৩৭২	., বন্ধ	৫৮
ফু-পা-সে প্রণালী (F.P.S. system)	৪৬৭	., স্থানীয় বা ঘর্ষণজাত	৫৩
ফেজ ডিকারেন্স	৪৩৪	., মাপক	৩৩৮
ফ্যারাড	৬৯	., উৎপাদক যন্ত্র	৭৭
., রাইক্রে-	৬৯	., চালক বল	১০৯
ফ্রিজিং পয়েন্ট	৪৭৮	., এর আবাস	৭৪
ফ্রাক্স ও ফ্রাক্স ডেনসিটি	৩৬, ৪৪	., রকম ও কাঁচাবলী	৫৮
ফ্রাশ পয়েন্ট	৪৮৪	বিরাগ	১৩, ১৪, ১৫, ১৬
ফ্রাসার	৩৮২	বিরাগমান	১৫
., থাম্মাল	৩৮৩	বিফারণ হার	৪৭৭
., মোটর চালিত	৫৮৩	., দ্বারা কাঁচ	৪৮১
বল	৪৬৯	বিক্রপবর্ণ নিয়ম	১০, ৩৫-৩৭
বলরেখা, চুম্বক	৩০	বিশেষত্ব রেখা	১৯৫, ১৯৬
., ., সংখ্যা. মেরুর	৩৫	ঘুটার	৪২৬
., রাজ্য	৩৪	., রিভাসিবল	৩০৮
., বিহীন স্থান	৪১	বেগ	৪৬৭
বয়েলস্-ল	৪৭৯	বেড স্ট্রেট	১৮০
বয়েলিং পয়েন্ট	৪৭৮	বেল	৩৪৮
বাতি	৩৭৬	., কন্টিনিউয়ান্স রিফ্রিং	৩৪৯
বাধা	৯৫	., পোলারাইজড বা ম্যাগনেটো	৪৯
., কার্বন ও অপরিচালকের	৯৯	বৈদ্যুতিক উদান	১২২
., মিশ্রধাতুব	৯৮	বৈদ্যুতিক অবরোধ	৭৪
., পরিবর্তনীয়	১৯৩	., জড়তা	১৫৬
., পরিমাপ	৩২০	., শক্তি ব্যবহার, আলোকরূপে	৩৭৬
., ., স্তর	৩২৪, ৩৩৫	বোর্ড অব ট্রেড ইউনিট	৩৩৮
., ., লঘু	৩২৫, ৩৩৫	ব্যাটারি	১১৬-১১৮
., বস্তুগত	৯৫	., ভাসমান	১৪২, ১৫২
., হিসাব	১০০	., স্থিতি	৩১০
বাধার নিয়ম	৯৫	ব্যাক-টার্নস্ বা বিপরীত গাক	২৩৬
., উপর তাপের কল	৯৭	ব্রাস বা বুরুষ	১৮০, ২৩১-২৩২



সি হালডার	২৩২	মেন	৩৭২
.. রকার	২৩২	মো (Mho)	৯৭
ব্রাঞ্চ	৩৭২	মোটর	২৫০
ব্রিজ মেগার	৩৩০	.. ইণ্ডাক্সান	৪৫৩
ব্রিজ সিস্টেম	৩৫৫	.. কমিউটেটার	৪৫৫
ব্রিজিং	৩৭০	.. কম্পাউণ্ড	২৬১
ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট	৪৭৫	.. সাপ্ট	২৬২
ব্রেক স্পার্ক	১৬৪	.. সিরিজ	২৬১
ব্রেকটেস্ট	৪৮৭, ৪৮৮	ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইণ্ডিকেটর	৩৩৮, ৩৪৭
কন্টাক্টিয়ার	১২৬	ম্যাগনেট	৬
ভূ-চুম্বকত্ব	১২	ম্যাগনেটিক ইকোয়েটার	১৭
ভোল্টমিটার	১১০, ৩৩৭-৩৩৯	ম্যাগনেটো	১৭৩
.. কয়েল ঘূর্ণনশীল	৩৪২	.. লো-টেনসান্	১৭৫
.. হট অরার	৩৪০	.. পোলার ইনডাক্টর	১৭৬
.. লিপিবদ্ধকারী	৩৩৭	.. রোটটিং আর্মেচার	১৭৬
.. লৌহ ঘূর্ণনশীল	৩৪৩	.. স্লিট ইনডাক্টর	১৭৭
.. ডায়নামোমিটার টাইপ	৩৪৩	.. হাই-টেনসান	১৭৫
ভোল্টেজ পতন	১৮৭	রক্ষক	২৬
মধ্যাকর্ষণ	৪৭১	রক্ষণ ক্ষমতা	২৫
মন প্রণালী	৩৫৩	রাজ্য কয়েল	২০১
.. প্রিন্টার	৩৫৪	রাজ্য চুম্বক	৩৩, ১৮৩
.. সাইণ্ডার	৩৫৪	.. কলিকোয়েন্ট মেরু	১৯৭
মাইক্রোম	৯৫	.. এর মেরু খণ্ড	১৯৯
মাইক্রোমিটার	১০০	.. সংখ্যা	১৯৮
মাইক্রোকোন	৩৫৯	.. তেজ	৪৩
মিটার	৪৬৭	রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্বন্ধ	১৮৫
মেরু	৮	রি-অস্ট্যাট	১৬৮
.. কলিকোয়েন্ট	৪১	রি-স্ট্যান্স	১৬৫, ১৬৬
.. দণ্ড	৮	রিটার্ণ	১৬৭
.. খণ্ড	২৬	রীলে	৩৫০, ৩৫৪
.. যন্ত্র	৪২	রেখা, চুম্বক করণ	৪৪
মেরুর স্থান	৯, ১১	.. চুম্বকী ভবন	৪৬
.. কার্যাবলী	৯	.. সম্ভাবন	৪৪
মেনসুরেশান টেবল	৪৯০	রেজিস্ট্রাল	৯৫
মেশিং পয়েন্ট	৪৭৮	রেগুলেটর	১৯৩, ১৯৪, ২৩৬
মেরগোম	৯৭	.. অটোম্যাটিক সাপ্ট	২৫১

রেগুলেটর, সিরিজ	২৬২	শক্তির অবহাস্তর	৪
রেস করা	২৪৮	স্লাইড রেল	১৮০
সাইন অব ম্যাগনেটাইজেশান	৪৪	ষ্টার্টার	২৬২, ২৬৫
„ „ ইন্ডাকশান	৪৪	ষ্টার্টিং টর্ক	২৬২
সীড	৩৩৭	„ বাধা	২৬৮
সীডেন জার	৭৬	সংহার বল	৪২
জেড্ কভারিং বা সীসার পাইপ	৩৬৫	সংযোজক	২৬
লেপ্পেস-ল	১৬৫	সংযোজন, সিরিজ	১১১
লেভেল	৫৩	„ প্যারালাল	১১২
লোক্যাল একশান	৮৬	„ কম্পাউণ্ড	১১৬
লোড স্টোন	৬	„ ব্রাসের প্যারালাল	২২৫
ল্যাম্প	৩৭৬	সমবদলি, রাসায়নিক	১৩০
„ আর্ক-	৩৭৬, ৩৮৪	„ বিদ্যুৎ „	১৩০
„ ইনকেণ্ডিসেন্ট ফিলামেন্ট	৩৭৭	সমবলরেখা	২০
„ কার্বন „	৩৭৭, ৩৮৪	সম বিরাগ রেখা	১৩
„ মেটাল „	৩৭৭, ৩৮৪	„ তাপাবস্থা	৪৮১
„ সীড	৩৭৬	„ তপ্ততাবস্থা	৫৮১
„ ক্যাপ—জু	৩৭২	স্ট সাকিট	৪০৫
„ „ গলয়াৎ	৩৭২	সম্ভাবন	২৪১, ৪৮, ৪৩০
„ „ বারনেট	৩৭২	„ ভূচুম্বক ঘারা	২২, ১৬৬
„ গ্যাস ফিল্ড	৩৭৮, ৩৮৪	„ চুম্বক „	১৫৭
„ পাইলট	২৪৮	„ কয়েল „	১৫৯
„ বায়ু সংস্পর্শিত	৩৭৬	„ ফাঁসের মধ্যে	১৫৪
„ ব্র্যাকেট	৩৭২	„ অনুরূপ	১৬০
„ ভ্যাকুয়াম	৩৭৮	„ বিরূপ	১৫২
„ শেড	৩৮০	„ স্বীয়,	১৬১
„ ষ্ট্যাণ্ড	৩৮০, ৩৮১	„ ক্ষমতা, বস্তুগত	৭২
„ হাক ওয়াট	৩৭৮, ৩৮৪	„ „ মধ্যগের	৬৬
„ হোল্ডার	৩৭২	„ হানিকর	২৫
ল্যামিনেটেড বাহর অহবিধা	২০১	সাইন কার্ড	২০৫
ল্যামিনেশান	২০০	সাধিত কার্য, মোটরের	২৫৭
শক্তি	২, ৩, ৪৭০	সাব কীডার	৩৭২
„ কাইনেটিক	৩, ৪৭০	„ যেন	৪৭২
„ পোটেনশিয়াল	৩ ৪৭০	সাংকেতিক বৈদ্যুতিক চিহ্ন	৮০
„ মাপক	৩, ৪, ৬	সাবস্টিটিউশান এণালী	৩২১
„ রাসায়নিক	৪	সাব্‌লার মিল	১০১

সার্ট	১১৩	সেলের পবিচালক	৮২
“ বক্স	১১৫	“ তালিকা	৮১
সিলভারিং	১৩৪	সেপ্টাল কারেন্ট সিস্টেম	৩৬১
সিলিং রোল	৪৭৪	স্বয়ার মিশ	১০০
সিল্ক নিডল প্রণালী	৩৫৩	স্ক্রু নিয়ম	১৪০
সুইচ	৩৭৪	স্থান পরিমাপ	৪৬৭
সুচারক সংযোগ	১১৯	স্থায়ী চুম্বক	২৫
সুচ কম্পাস	৭	স্থিতি	৪৬৭
সেপ্টি-গ্র্যা-সে বা সি, জি, এস, সিস্টেম	৪৬৬	স্মিথসোনিয়ান টেবল	৪২১, ৪২৬
সেল	৮০	হব পাওয়ার	৪৭০, ৪৮৫
“ গারটন	৯৪	“ “ ইলেক্ট্রেড	৪৮৬
“ প্রাইমারী	৮১	“ “ এনচরাল	৪৮৬
“ সেকেন্ডারী	৮১	“ “ ব্রেক	৪৮৫
“ সাদা সিধা	৮৩	“ “ ও ইকন	৪৮৫
“ স্নার্ক	৯৩	“ “ , সিলিগার	৪৮৯
“ ড্যানিয়েল	৮৮	ফিটেরেসিস	৫১
“ বুলসেন	৬৯	হোল্ডার	৩৭৯, ৩৮০
“ বাইক্রোমিট	৯১	হামিলটন গোল	৩৭৯
“ লেকল্যান্ড	৯০	হোরেট্টোন ব্রিজ	৩৯২
“ শুক	৯০	দ্রব চুম্বক	৪৫
“ হেল্মহোল্ড	৯১	ক্ষমতা	৪৭০
সেলের পরমাপ	৮১	বৃদ্ধি, আমমিটার-কোণ্ট মিটার	

সমাপ্ত।





